74078.

Das

Skelett des Flußkrebses

(Potamobius astacus Leach)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Philosophischen Fakultät der Königlichen

Universität Marburg

vorgelegt von

WILLY NETZ

aus Darmstadt.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Marburg a. L. 1917.

Joh. Conr. Herbert'sche Hofbuchdruckerei Nachf. Dr. Adolf Koch, Darmstadt.

Von der philosophischen Fakultät als Dissertation angenommen
am 1. Februar 1917.

Berichterstatter: Geh. Regierungsrat Prof. Dr. E. Korschelt.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

1. Einleitung und Literaturüberblick 1–2
2. Nomenklatur 3
3. Präparationsmethode 4

A. Allgemeine Organisation des Skeletts 6

B. Das Stammskelett:
I. des Abdomens 8
a) Terga 8
b) Pleura 9
c) Epimera 9
d) Sterna 9

II. des Cephalothorax 10
a) Terga (Rostrum) 11
b) Pleura 14
c) Epimera (Körpergelenk) 15
d) Körpergelenk zwischen Cephalothorax und Abdomen 16
e) Sterna (Scheitelfortsätze) 18

III. das Endophragmalsystem:
1. Einleitung und Orientierung 21
2. Teile des Systems 22
a) Endosterniten 24
b) Endopleuriten 26

C. Das Skelett der Segmentanhänge:
I. Präorale Anhänge
1. Augenstiele 28
2. Antennulen 28

II. Postorale Anhänge:
Gliedmaßen von
a) Cephalon
3. Antennen 31
4. Mandibeln 34
5. Erste } Maxillen 35
6. Zweite } 36

Seite

b) Thorax:

7. Erster } Kieferfuß 38
8. Zweiter } Kieferfuß 38
9. Dritter } Kieferfuß 38
10. Erster } (= Scherenfuß) 40
11. Zweiter } Gehfuß 40
12. Dritter } Gehfuß 40
13. Vierter } Gehfuß 41
14. Fünfter } Gehfuß 41

c) Abdomen:

15. Erster } Schwimmfuß (= Pleopod) 42
16. Zweiter } Schwimmfuß (= Pleopod) 42
17. Dritter } Schwimmfuß (= Pleopod) 42
18. Vierter } Schwimmfuß (= Pleopod) 42
19. Fünfter } Schwimmfuß (= Pleopod) 42
20. Sechster } (= Uropod) 44

Unp. Anhang des sechst. Abd.-Segments = Telson . . 44

D. Sehnenbildungen 46

E. Gelenke und Gelenkmechanik 47

Literaturverzeichnis 55
Erklärung der Abbildungen 59
Bilder-Anhang 61
Erklärung der Abkürzungen 101

1. Einleitung und Literaturübersicht.

Wenn C. E. Hasse bereits im Jahre 1833 bei der Veröffentlichung seiner Beobachtungen über das Skelett des Flußkrebses sagt: „Alii praeterea mihi obiiciant, de Astici fluviatilis et marini anatomia nobis iam (1833) ita constare, eamque in tot libris iam expositam esse, ut nihil novi de ea re dici possit, atque me ex nonaginta novem libris centesimum composuisse", so klang das zunächst recht entmutigend. Bei näherer Bekanntschaft mit dem Inhalt seiner Dissertation und der ihr beigegebenen Abbildungen war jedoch bald zu erkennen, daß Rösel sehr recht hatte, wenn ihn 1755 schon die genauere Untersuchung des Krebses lehrte, „daß es auch dem größten Naturforscher schwer fallen sollte, solches alles deutlich zu beschreiben". Wenn trotzdem schon 1833 das Skelett so gut bearbeitet gewesen wäre, möchte es, nachdem wir Huxley's bekanntes Buch „Der Krebs" besitzen, noch weniger aussichtsvoll erscheinen, über das Skelett viel neue Tatsachen bringen zu wollen. Dies soll auch weniger die Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein, die sich in eine allgemeine Monographie des Flußkrebses einfügen und eine möglichst genaue Beschreibung des Skeletts an Hand genauer und guter Abbildungen geben soll. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß dabei das Bestreben obwalten mußte, auf Grund der vorhandenen Literatur und der eigenen Beobachtungen das vorhandene Tatsachenmaterial zu erweitern und damit dem von Huxley geäußerten Wunsch zu entsprechen, „daß solche Erweiterungen und Berichtigungen nicht lange auf sich warten lassen möchten".

Literaturüberblick.

Soweit ich sehe, gehen die ersten anatomischen Kenntnisse über das Skelett des Flußkrebses zurück auf Rösel (1755) und Suckow (1818), deren Darstellungen neben der Biologie knappe Umrisse der grob äußerlichen Morphologie liefern an Hand weniger Abbildungen, von denen ich entschieden die von Rösel hervorheben muß. Diese Arbeiten werden ergänzt durch Brandt (1833) mit der Beschreibung des Innenskeletts und den dazu gehörigen Abbildungen. Von den erwähnten Darstellungen bleibt diejenige des berühmten Nürnberger Malers Rösel die vollendetste. Er teilt den Schwanz des Krebses zwar noch in fünf „Schalen oder Glieder, die sich übereinander schieben" und läßt denselben mit fünf „Flossenschuppen" endigen. – Von geringerem wissenschaftlichen Wert sind die Beobachtungen des Berliner Pastors Herbst, dessen „Versuch einer Naturgeschichte der Krabben und Krebse" bezüglich des Skeletts nichts besonderes neues brachte. Auch die Werke von Suckow (1813–1818) und Brandt (1833), welche bezüglich der Mundgliedmaßen (Suckow) und des Nervensystems (Brandt) die Kenntnisse der früheren Autoren übertreffen, blieben, gleich wie die Dissertation Hasses (1833), zumal auch hinsichtlich der Darstellung der Gelenke und deren Mechanik, weit hinter den Leistungen des ausgezeichneten Werkes zurück, welches Milne Edwards (1834) mit seiner „Histoire naturelle des Crustacées" geliefert hat. Diese Untersuchungen Milne Edwards' sind der Ausgangspunkt aller Studien über den Flußkrebs geworden, auch basiert auf ihm die ganze Terminologie der einzelnen Skeletteile. Es verschwinden von da an die alten Bezeichnungen wie Fühlhörner, Freßspitzen, Freßklauen etc., um der allgemein angenommenen Terminologie Antenne, Daktylopodit, Propodit und so fort Platz zu machen. Außerdem wurden die Lücken in der Beschreibung besonders des Innenskeletts ausgefüllt. – Die nächsten 5 Jahrzehnte haben außer systematischen Arbeiten (Zenker 1854, Gerstfeldt 1859, Heller 1863 etc.) nur Beschreibungen einzelner Organe gebracht (siehe Morgan, Leuckart, Leydig usw.). Die erste zusammenhängende Studie über das Skelett verdanken wir

Huxley. Er war von 1880–1885 als Fischereiinspektor in der Lage, weitgehendste Beobachtungen am Flußkrebs anzustellen. Seine mustergültigen Beschreibungen und Abbildungen in der vorzüglichen biologischen Studie „Der Flußkrebs" dürfen wir als die Grundlage aller späteren Forschungen über den Flußkrebs bezeichnen. Wir finden darin eine vorzügliche Beschreibung des Skeletts auf der Grundlage der von Milne Edwards geschaffenen Terminologie. Die einzige Abänderung liegt in dem Begriff des Endopoditen, welchen Huxley nur auf den inneren Ast des Spaltfußes bezieht unter Trennung der beiden Stammesglieder als „Protopodit". Dies geschah allerdings im Widerspruch mit Milne Edwards, welcher das erste Beinpaar als Protopodit auffaßt entsprechend dem Protognath (erstes Kieferpaar). Diesen Widerstreit hat später Claus in seiner „Morphologie der Crustaceen" dadurch behoben, daß er die Bezeichnung „Extremitätenstamm" (Basal- oder Stammesglieder) einführte, an den sich Endo- und Exopodit angliedern. Von späteren Autoren möchte ich noch erwähnen, Langer, Graber, Hansen und Börner, deren Arbeiten über die Extremitäten im Text berücksichtigt werden, ebenso die neueren Arbeiten von List „Über den Bewegungsapparat" und diejenigen meiner Kollegen Schmidt, Keim und Bernhards über Muskeln, Nerven und Auge des Flußkrebses.

2. Nomenklatur.

Die Literatur über unseren Flußkrebs bediente sich zu seiner Bezeichnung recht verschiedener Namen, was mich dazu veranlaßte, vor Beginn meiner Arbeit die richtige und heute zu verwendende Benennung festzulegen. Es folgen die einzelnen seither gebräuchlichen Nomenklaturen unter Bezeichnung ihrer Begründer und der Jahreszahl:

Astacus fluviatilis (allgemein bis Linné)
Cancer astacus (Linné 1758)
Astacus fluviatilis (J. C. Fabricius 1755)
Astacus astacus (Pennant 1777)
Potamobius astacus (Leach) [in Samouelle 1819]
Astacus fluviatilis nobilis (Huxley 1881).

In neueren und neuesten Bearbeitungen und Lehrbüchern findet man den Flußkrebs zumeist als „Potamobius astacus L“ bezeichnet. Vergl. Gerstaecker (1901), Brauer (1909), Giesbrecht (1913), Korschelt, Handwörterbuch der Naturwissenschaften (1914), R. Hertwig (1916) und Claus-Grobben (1916). Die Abkürzung L ist jedoch falsch, weil sie allgemein Linné bedeutet. Nach den geltenden Bestimmungen und nach einer, mir von den Herren Geh. Rat Prof. Dr. F. E. Schulze und Prof. Dr. Apstein gütigst gemachten Mitteilung ist der jetzt nach den internationalen Nomenklaturregeln gültige Name „Potamobius astacus (L) Leach“. Der von Linné gegebene Speziesname bleibt also, dagegen muß nach geschehener Aufteilung des alten Sammelnamens von Linné (nämlich Cancer) der Flußkrebs in die von Leach aufgestellte Gattung „Potamobius“ gestellt werden.

Also hat man sich zu dem auch nach den neusten Nomenklaturregeln (Schulze-Apstein) definitiv angenommenen Namen: Potamobius astacus Leach = (Astacus fluviatilis Fabricius) zu entscheiden. (Besonderes Literaturverzeichnis am Schlusse.)

---

3. Präparationsmethode.

Bei der Untersuchung der Insertionsstellen von Muskeln an Sehnen bezw. am Skelett erwies sich eine über die gewöhnliche Untersuchungsmethode hinausgehende Präparation als notwendig. Es wurde zuerst versucht, die konservierten und gefärbten Präparate in Paraffin einzubetten und danach Rasiermesserschnitte herzustellen, was jedoch oft mißlang. Ich zog daher, um die Methode des Gefrierschnittes zu umgehen, die meiner Meinung nach äußerst praktischen, wenn auch zeitraubenden Celloidinschnitte vor. Diese Versuche sind in ähnlicher Weise gleichzeitig auch von H. Bernhards (vergl. Literaturverzeichnis) ausgeführt worden.

Selbstverständlich muß das Präparationsobjekt erst gut entkalkt und gefärbt werden. Ich wählte, um leichtes Entkalken und Schneiden zu erzielen, einen jungen Krebs von etwa 3–4 cm Länge und entfernte durch Schnitt die drei letzten

Abdominalsegmente und ungefähr die beiden vordersten Kopfsegmente. Dadurch konnten die Konservierungs- und Färbeflüssigkeiten leichter in das Objekt eindringen. Vorher war dasselbe in wässeriger Lösung von HNO_3 vorsichtig entkalkt und zur Entfernung der CO_2-Bläschen lange in fließendem Wasser ausgewaschen worden.

Der Block wurde in Celloidin eingebettet und unter Alkoholbetupfung mit dem Mikrotom in 20 μ-Schnitte zerlegt, die sich leicht auf einem dünnen Faden sortieren und ordnen lassen. Eine solche Methode gibt für fein morphologische Untersuchungen gut brauchbare Schnitte.

Größtenteils genügte natürlich zu meinen Zwecken die makroskopische Untersuchungsmethode mit Lupe und Binocular, ferner die Konservierung in Formol.

Zwecks Freilegung der Innenseite des Panzers, besonders des Endophragmalsystems wurde mit Kalilauge mazeriert.

A. Allgemeine Organisation des Skeletts.

Das Integument des Flußkrebses besteht aus zwei Schichten, dem Epithel (Hypodermis) und der von diesem ausgeschiedenen Cuticula. Letztere bildet unter Aufnahme von Calcium-Karbonat und Calcium-Phosphat mit der Grundsubstanz, dem Chitin, ein Skelett, welches nicht nur den äußeren Körper als Exoskelett überzieht, sondern auch mit den Hautfalten (Apodemen) und den peripheren Einstülpungen des Epithels (Vorder- und Enddarm) teilweise in das Innere verlagert erscheint als Innen- oder Endoskelett. Eigentlich ist diese Bezeichnung nicht gerechtfertigt, da man darunter ein Skelett meso- oder entodermalen Ursprungs versteht. Trotzdem ist die Benennung Endoskelett allgemein angenommen, weil die dazu gehörigen Chitinpartieen die Lage und Funktion eines Innenskeletts übernommen haben.

Das Gesamtskelett stützt die Weichteile des Körpers, bietet den inneren Organen Schutz gegen Druck und gibt den einzelnen Körperabschnitten, bezw. den Segmenten durch Bildung von Gelenken die Möglichkeit einer sicheren und bestimmten Bewegung. Entsprechend den einzelnen Regionen des bilateral symmetrischen Körperstammes kann es eingeteilt werden in das Skelett des Kopfes (Cephalon) und dasjenige der beiden Rumpfteile (Thorax und Abdomen). Die Segmente des Thorax verschmelzen mit denen des Cephalon zu dem Kopfbruststück = Cephalo-Thorax. Dazu kommen noch die Chitinbekleidungen der Körperanhänge.

Vor der Beschreibung dieser Skeletteile von Kopf und Rumpf (Thorax und Abdomen), sowie der Körperanhänge halte ich eine kurze phylogenetische Betrachtung für unumgänglich, da eine richtige Wertung der Segmente auf der Kenntnis der Stammesgeschichte basiert.

Das Vorhandensein einer teilweise erhaltenen, jedoch durch Segmentverschmelzung stellenweise verwischten äußeren und inneren Gliederung des Körpers und Skelettes weist auf die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Crustaceen (bezw. Arthropoden) und Anneliden hin. Erstere haben sich phylogenetisch aus den letzteren entwickelt. Bei den Ringel-

würmern ist die Gliederung homonom, an keine bestimmte Segmentzahl gebunden, und jedes Metamer enthält die charakteristischen Organe des Tierstammes. Im Verlaufe der Phylogenese verschmelzen die 2–3 vordersten, einwertigen Metamere zu einer mehrwertigen Segmentgruppe. Auf diese Weise kommt unter bestimmter Arbeitsteilung die Bildung von Körperregionen zustande, die bei den älteren Vorfahren der Krebse, den Trilobiten und Phyllopoden, den Kopfteil (oder das Cephalon) ausmachen. Der morphologische Wert dieser Kopfregion oder die ursprüngliche Segmentzahl derselben ist dann nur noch an der Mindestzahl der dazugehörigen Extremitäten- und Ganglienpaare zu erkennen. Dagegen bleibt der Rumpf (Truncus) der Trilobiten und Phyllopoden geteilt in eine variable Zahl von homonomen Segmenten (20–60), welche so gleichartig gebaut sind, daß Thorax und Abdomen nicht unterschieden werden können. Erst bei den jüngeren Arthropoden schreitet die Verschmelzung der Segmente von vorne nach hinten immer weiter fort, die Zahl der Metameren wird reduziert und zuletzt genau fixiert, z. B. bei den Malakostraken Dekapoden (Potamobius) 14. Auf der höchsten Entwicklungsstufe (Dekapoden) findet eine Sonderung von Thorax und Abdomen statt, wobei die acht vorderen Rumpfsegmente (Thorax) mit den ersten sechs vorderen Körpersegmenten (Cephalon) verschmelzen zu dem Kopfbruststück oder Cephalothorax. Somit bleiben für den zweiten, hinteren Teil des Rumpfes nur noch sechs Metamere als Abdomen, welche seine ursprüngliche Gliederung und Bauart am besten bewahrt hat. Der Gang der Entwicklung führt also über eine

homonome annelidenähnliche Tegumentgliederung,
zu der homonomen Metamerenbildung mit teilweiser Verschmelzung der vordersten Ringe bei den älteren Arthropoden und endigt
mit der heteronomen Segmentierung des Hautskeletts der jüngeren Arthropoden, der Dekapoden (Macruren).

Das Abdomen ist als der morphologisch ursprünglichere Teil des Körpers, auch einfacher gebaut als Cephalon und Thorax und somit am besten geeignet zum Ausgangspunkt der morphologischen Betrachtung des Skeletts des Flußkrebses.

B. Das Stammskelett

I. des Abdomens.

Das Abdomen ist durchschnittlich 3–8 mm kürzer als der Cephalothorax und zeigt im Querschnitt (Fig. 6b) eine halbzylindrische Gestalt. Seine sechs Segmente (XV–XX) platten sich nach dem Telson (t) zu stetig ab, sodaß das Endsomit (XX) mit seinen Anhängen (t und up, Fig. 1a u. b) fast flächenhaft erscheint als sogenannte „Ruderplatte" oder „Schwanzfächer". Bezüglich der Breite des Abdomens besteht ein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Individuen in der stärkeren dorso-ventralen Abplattung des Weibchens. Die auf diese Weise verbreiterte Bauchseite übernimmt die Funktion eines Bruträumes (Fig. 3 u. 4).

Die Somiten des dritten, vierten und fünften Abdominalsegments haben annähernd gleiche Gestalt und können als Grundtypus aufgefaßt werden, als Skeletteinheit, welche sich aus folgenden Teilstücken zusammensetzt: dem Tergum, den Pleuren und dem Sternum, sowie aus den das Sternum mit den Pleuren verbindenden Epimeren.

a) Terga.

Die Terga (te, Fig. 1 u. 6b) bedecken die Dorsalseite des Abdomens in Gestalt halbzylindrisch gewölbter Flächen und tragen ungefähr in ihrem vorderen Drittel (das erste Segment im hinteren Drittel) eine Querrinne (Rle, Fig. 1a u. b). In diese greift bei der Streckung des Hinterleibes das vorhergehende Segment mit seiner hinteren Kante ein. Demnach liegt das vordere Drittel des Tergums nur bei eingeschlagenem Abdomen völlig frei und läßt die zarte Gelenkhaut oder Intertergalhaut (cit, Fig. 5) erkennen. Zu beiden Seiten werden die Terga von einer zur Körperachse parallel gerichteten Rinne (Rpl, Fig. 1b u. 6b) begrenzt.

b) Pleura.

An dieser Stelle beginnen die Pleuren (pln, Fig. 1, 5, 6b, 8) als dreieckige, ventral spitz zulaufende Chitinplatten. Sie bestehen aus einem äußeren latero-dorsalen und einem inneren medio-ventralen Pleurablatt (pln, Fig. 5, 6b). Jedes Pleuron trägt an der Übergangsstelle in die Terga nach vorn und hinten je einen flügelartigen Fortsatz (apl, Fig. 1, 3, 8), von denen der hintere eines jeden Somiten über den Rand des dahinterliegenden Segments greift. Eine Ausnahme hiervon finden wir bei dem zweiten Abdominalring (XVI), dessen vordere flügelartige Fortsätze freiliegen.

c) Epimera.

Die Epimeren (epn, Fig. 6b) verbinden ohne deutliche Begrenzung die Pleuren (pln) mit den Sterna (st, Fig. 5, 2, 7). An ihrer Übergangsstelle in die Sternalpartie entspringen die Extremitäten.

d) Sterna.

Die Sterna (st) entsprechen in ihrem Bau ungefähr den Terga, sind jedoch nicht völlig gleichmäßig chitinisiert. Ihren größeren Teil nimmt die Gelenkhaut, Intersternalhaut (cis, Fig. 7), in Anspruch, um eine maximale Beugung des Abdomens zu ermöglichen. Nur zwischen den Körpergelenken der Extremitäten erstreckt sich die Sternalplatte als eine starke Chitin-Querspange (ssp, Fig. 7, 2).

Das erste, zweite und sechste Metamer weicht in der äußeren Form von den übrigen Somiten ab. Das zweite ist von allen das größte und breiteste und trägt sowohl die vorderen wie die hinteren Pleurenfortsätze (apl, Fig. 1a u. b) frei. Bei dem ersten Abdominalsegment geht die durch den hinteren Tergateil gebildete Platte jederseits in den nach vorn gerichteten Pleurafortsatz über (Fig. 1, 8). Das Segment trägt nur dieses eine Paar Pleurafortsätze und diese greifen bei der Streckung des Hinterleibes über den abdominalen Rand des Thorax. Vom zweiten Segment wurde bereits erwähnt, daß seine Pleurafortsätze freiliegen. Die Seitenkanten der Tergopleuralplatten des

sechsten Segments sind als Ansatzstellen ihrer Anhänge stark verbreitert.

Das Abdomen zerfällt demnach in sechs Segmente mit halbzylindrischen Chitinringen, von denen jeder mit seinem Vorderrande in das Hinterende des vorhergehenden eingeschoben ist (Fig. 5). An der Übergangsstelle der Terga in die Pleuren, also in der Höhe der Rinne (Rpl, Fig. 1 a b u. 6b), ist die Gelenkhaut stark verkürzt, wodurch sich die Ränder der Chitinringe bis zur Berührung nähern. Daselbst bildet der vordere ventrale Rand der Terga eine keulenförmige Chitinverdickung (Gk, Fig. 5), welche in eine sattelförmige Gelenkpfanne (Gp) des vorderen tergalen Randes der Pleuren eingreift. Auf diese Weise artikulieren die einzelnen Abdominalringe untereinander.

II. Das Stammskelett des Cephalothorax.

Zu Beginn meiner Betrachtungen habe ich die Entwicklung der äußeren Skelettform vom phylogenetischen Standpunkt behandelt und als Fortsetzung hiervon in der Beschreibung des Abdomens gezeigt, wie das Skelett der Abdominalringe drei, vier und fünf (XVII – XIX. Segm.) einen Grundtypus aufweist. Die diesen Grundtypus darstellenden sechs Hauptteile (Terga, 2 Pleura, 2 Epimera und Sterna) kehrten mit nur geringer Modifikation bei den übrigen Abdominal-Somiten wieder.

Bedeutend komplizierter gestalten sich die Verhältnisse im Cephalothorax-Skelett (Brustpanzer), doch bietet der oben geschilderte Grundtypus ein Schema, durch welche die Auffassung auch dieser Teile des Skeletts wesentlich erleichtert wird.

Das Außenskelett von Cephalon und Thorax bildet in der Hauptmasse den ovalgeformten Kopfbrustschild, Carapax (Fig. 9, 10, 1a/b), welcher mit seinem Hinterrand (Hth, Fig. 1, 8, 9) die Basis des Abdomens erreicht und nach vorn in eine pfeilförmige Spitze, das Rostrum (den Stirnschnabel) (r, Fig. 1, 9), ausläuft. Zwischen dem mittleren und hinteren Drittel trennt eine breite und tiefe Rinne, die sogenannte Nackenfurche, sulcus cervicalis (cg, Fig. 1, 3, 5, 9, 10), das Cephalon von dem Thorax,

die früher von Milne Edwards (Seite 230) als „portio cephalica“ bezeichnete Region von der „portio scapularis“. Diese Querfurche (cg) ist rostrad konkav gebogen, fällt lateral schräg nach vorne ab und verläuft in ihrem ventralen, vorderen Teil fast in horizontaler Richtung. Vor ihrer Einmündungsstelle in den den Carapax umgebenden schmalen Saum (Hth, Fig. 9) trennen sich einzelne Nebenrinnen von ihr ab, welche mehr oder weniger ausgeprägt in der Nähe des Carapaxsaumes, ziemlich parallel mit ihm, nach vorn und in etwas unbestimmter Richtung, sowie variabler Zahl nach hinten auf den Pleuren verlaufen (Fig. 10).

Die einzigen Anhaltspunkte zur Aufteilung der Tergal-, Pleural- und Epimeral-Region bieten uns die Sterna, die an diesen befestigten Extremitäten und der Vergleich des Querschnitts (Fig. 6a u. b) durch den Cephalothorax mit dem oben erläuterten Grundtypus, abgesehen von der hier nicht zu behandelnden inneren Organisation, zumal von dem Verhalten der Muskulatur und des Nervensystems (vergl. W. Schmidt und W. Keim).

a) Terga.

Die den Abdominal-Terga entsprechende Tergalpartie des Thorax (te, Fig. 1a/b, 9, 10), von Desmarest als „Regio cardiaca“ und von Huxley als „Areola“ (Ar, Fig. 1a/b) bezeichnet, ist im Bereich des Thorax (Fig. 6a) bedeutend schmaler und wird zu beiden Seiten von einer seichten Rinne begrenzt, der sogenannten „Branchiocardiacalfurche“ (Rbc, Fig. 1a/b, 6a, 9, 10). (Vergl. Milne Edwards 1851, Seite 235: „Les sillons branchiocardiques indiquent la tendence de la nature à diviser de la sorte l'arceau scapulaire en trois portions principales: une médiane où dorsale et deux latérales .... La première correspond à la portion thoracique ...., les secondes aux chambres respiratoires (régions branchiales“). (M. Dana „régions latéro-postérieures“.) Diese die Areola begrenzenden Furchen sind demnach homolog den Pleurenrinnen (Rpl, Fig. 1a/b, 6b), die wir als seitliche Grenze der Abdominal-Terga kennen gelernt haben.

Eine entsprechende laterale Begrenzung ist am Cephalon nur noch in dem vorderen Abschnitt erhalten, in der medialen „Postorbitalleiste“ (cpo, Fig. 1, 9), welche die nach hinten gerichtete direkte Verlängerung der lateralen gezähnten Kanten des Rostrums (r, Fig. 1, 9) darstellt. In der Kopfmitte wird diese Leiste stetig flacher, um sich in Gestalt einzelner Cuticularfalten und Wülste bis zu einem größeren Cuticularhöcker (spo, Fig. 1, 9) (dicht neben der Insertionsstelle des Musculus adductor posterior mandibulae [add m, Fig. 10]) fortzusetzen. Von dieser Stelle bis zum abdominalen Saum des Thorax fehlt eine sichtbare Trennungslinie zwischen Terga und Pleuren. Wir müssen uns dieselbe denken als die nach vorn konvergierenden Verbindungslinien der Branchiocardiacalrinnen (Rbc, Fig. 1a/b, 9) mit den Höckern (spo, Fig. 1a/b, 9, 10).

Die verschmolzenen Terga des Cephalothorax bilden also die gesamte mittlere Dorsalregion des Kopfbrustschildes und sind seitlich begrenzt am Cephalon durch die Postorbitalfurchen und thoracal durch die Branchiocardiacalfurchen. Eine segmentale Aufteilung in die ursprünglichen Terga ist infolge der vollkommenen Verschmelzung nicht mehr möglich. Wir können außer der ursprünglichen Zahl der Segmente und Terga vierzehn (= Extremitätenzahl, $6 + 8 = 14$), nur noch die terminalen Grenzen der Endsegmente von Cephalon und Thorax angeben. Unentschieden jedoch ist die Frage ob das Rostrum (r) zu der Tergalregion des Antennular- oder des Antennarsegments gezählt werden muß. Jedenfalls trägt das erstere dorsal, also an der Basis des Rostrums, eine Querleiste (crb, Fig. 11, 5, 12), welche von Huxley als Tergum des Antennularsegments aufgefaßt wird. Nach dieser Ansicht müßte das ganze Rostrum zur Tergalpartie des Antennarsegments gerechnet werden. Dafür spricht außer der Struktur des Stirnfortsatzes vor allem die Tatsache, daß bei manchen Thoracostraken, z. B. den Squilliden das Rostrum an dem freibeweglichen Antennarsomit, nicht an dem Antennularsegment artikuliert. Daher läßt sich das Rostrum als der nach vorn gerichtete Fortsatz der Tergalpartie des Antennarsegments auffassen, dessen Funktion es ist, die Augen dorsal nach Art eines Daches zu schützen. Unter dieses können die Augenstiele eingeschlagen werden, sodaß sie dicht an der

Scheidewand der Augenhöhlen anliegen, welche von der kielförmigen, ventral abfallenden, gezähnten Mediankante (cra, Fig. 10) des Rostrums gebildet wird. Dieser entspricht auf der Dorsalseite eine mit vielen Dornen besetzte Medianleiste (crs, Fig. 1a/b, 9), die sich nach der Mitte des Cephalon hinziehend in einer seichten Einsenkung der Tergalpartie allmählich abflacht und verliert (Fig. 1, 9).

Charakteristisch für die vorderen Terga ist die Bildung von Chitin-Höckern und -Dornen (Postorbitalhöcker), welche für die Bestimmung der systematischen Stellung des betreffenden Krebses benutzt werden. So treten neben der medialen Postorbitalleiste (cpo, Fig. 1, 9), z. B. bei Potamobius astacus und Potamobius leptodactylus (Fig. 1c), zwei Dornen auf, während bei Potamobius torrentium nur ein solcher deutlich ausgeprägt ist. Indem die Höcker sich in der Längsrichtung leistenartig ausziehen, bilden sie einen der medialen Postorbitalleiste parallel nach außen von ihr verlaufenden Kamm, die laterale Postorbitalleiste (spr, Fig. 1a/b, 9). Die Postorbitalleisten begrenzen eine Rinne, die sogenannte Postorbitalfurche (Rpo, Fig. 9), welche Milne Edwards als „sulcus gastro-hepaticus“ bezeichnete. Dieser läuft, gleichwie die Postorbitalleisten abdominad ein wenig divergierend, nach der Nackenfurche (cg) zu, um in ziemlicher Entfernung von ihr zu verstreichen, wie die beiden Leisten selbst.

In obiger Schilderung habe ich versucht, eine genaue Definition der Terga von Cephalon und Thorax zu geben. Die ältere Literatur (z. B. Herbst, Rathke, Desmarest, Audouin) gibt wohl einige Rinnen und Leisten als Grenzlinien der oben erwähnten „Regiones“ an. Milne Edwards unterschied bereits am Thorax „trois portions“, eine mediane oder dorsale und zwei laterale. Diese mediane Partie entspricht der von Huxley beschriebenen Tergalregion des Thorax in der von mir oben geschilderten Weise. In der neueren Literatur dagegen findet sich keine eingehendere Beschreibung dieser Skelettteile. Dasselbe gilt für die Terga des Cephalon, von denen Huxley (Seite 132) sagt: „Der vor dieser Rinne (Nackenrinne!) gelegene Teil des Schildes nimmt die Stelle der Terga des Kopfes ein, ...“ Die nähere Begründung lautet (Seite 136): „Da indessen der Schild nicht wirklich entsprechend den da-

runter liegenden Sterna in Terga geteilt ist, so können wir mit Sicherheit nichts weiter aus den anatomischen Tatsachen schließen, als daß derselbe die Tergalabschnitte der Somiten darstellt, . . .“ Bei der Beurteilung der Terga des Cephalon hatte ich zum Vergleich den Querschnitt durch Thorax und Abdomen herangezogen und war zu der Überzeugung gekommen, daß genau wie am Thorax auch am Cephalon die Terga den medianen Teil des Schildes einnehmen. Huxley verglich ebenfalls das Abdomen mit dem Thorax und fand (Seite 127): „Selbst hier jedoch sieht man, wenn man einen Querdurchschnitt durch den Thorax mit einem durch das Abdomen vergleicht, daß die tergalen und sternalen Regionen der beiden einander entsprechen, ...“ Ein weiterer Vergleich, der von Cephalon mit Thorax und Abdomen, jedoch wurde von ihm nicht angestellt. Ausgehend gerade von diesem letzten Vergleich konnte ich als Tergalpartie des Kopfes nicht wie Huxley auffassen den ganzen Teil des Schildes vor der Nackenrinne, sondern entsprechend den übrigen Körperregionen nur den medianen Teil vor dieser Rinne. Diese Annahme wird noch durch die Tatsache unterstützt, daß bei anderen Macruren eine Abgrenzung der tergalen Partie des Cephalon durch die Postorbital-Furchen oder -Leisten weit deutlicher ausgeprägt ist. Dies läßt sich z. B. in sehr klarer Weise feststellen bei: Astacus coerulescens, Crangon catapractus, Palaemon Treillianus und Penaeus indicus.

b) Pleura.

Die Pleuren und Epimeren des Cephalothorax stellen die lateralen Partien des Integuments zwischen Terga und Sterna dar, wie man am besten an einem Querschnitt durch den Thorax erkennt (Fig. 6a, 14). Wir sehen daselbst zunächst eine stärkere Chitinplatte (pln, Fig. 6a, 14), welche dorsal an der die Terga seitlich begrenzenden Rinne (R bc) beginnt und lateroventrad steil abfällt. Die rostrale, abdominale und lateroventrale Begrenzung dieser als „Pleuren“ bezeichneten Carapaxflächen bildet ein Saum, welcher somit den ganzen Kopfbrustschild bis zur Basis des Rostrums umzieht (Hth, Fig. 9, 10). Wir haben bereits oben die den Pleuren angehörigen Rinnen

kennen gelernt, besonders die seitlichen Partien der Nackenrinne, welche auch die Pleuren in diejenigen des Cephalon und des Thorax teilt.

c) Epimera.

Vom lateroventralen Pleurensaum (Hth, Fig. 6a, 10, 14a—c) ausgehend erhebt sich zwischen ihm und den Sterna die weiche Segmenthaut in Form einer umfangreichen lateralen Längsfalte, dem „Epimeron“ (epn, Fig 6a, 5, Fig. 14 epl+epm). Diese Falte hat die Gestalt eines sehr steilen Daches, dessen First am Thorax dorsad bis fast an die Branchiocardiacalrinne (Rbc, Fig. 6a, 14a) beiderseits hinaufreicht (Fig. 5). Der First des Daches wird mit der Gegend der Branchiocardiacalrinne (Rbc) und der Nackenfurche (cg) durch viele nebeneinandergereihte Muskelzüge des „Musculus attractor epimeralis“ (Fig. 6a, 14a attr. ep.) verbunden. (Vergl. W. Schmidt, Fig. 1 u. 7 attr. ep.)

Die Epimeren bestehen also jederseits aus zwei Wänden, einer vom Pleurensaum (Hth) aus laterodorsad ansteigenden und einer medioventrad abfallenden, welche ventral in den lateralen Rand der Gelenkhöhlen übergeht. Diese beiden der Integumentduplikatur entsprechenden Flächen des Daches schließen eine laterale Höhle ein, die „Kiemenkammer“ oder „Kiemenhöhle“. Über diesen Kiemenraum legt sich außen die derber chitinisierte Pleurenwand (pln, Fig. 6a, 14) als Kiemendeckel.

Der First des Kiemendaches, welcher am Thorax in nächster Nähe der Branchiocardiacalfurche und parallel mit dieser verläuft, fällt mit dem lateralen Teil der Nackenrinne rostrad steil ab (vergl. Fig. 5), um in der Gegend der Nackenfalte (cf, Fig. 12, 13) den lateralen Rand der stark verbreiterten Kopfsterna zu erreichen. Damit werden die Wände des Kiemendaches stetig niederer bis zur Nackenfalte (cf), welche in der Höhe der Dachbasis liegt und die Sterna des Kopfes von denen des Thorax abgrenzt. Das Kiemendach wird an dieser Stelle vollkommen flach und entspricht der rostralen Grenze der Kiemenhöhlen. Von hier an läuft die Fortsetzung des Dachfirstes rostrad zusammen mit dem lateralen Rand (Rst, Fig. 14c) der Sterna des

Cephalon. (Vergl. Fig. 12, 13.) Die innere Epimerenwand (epm, Fig. 14a, b) fällt infolgedessen im Cephalon (Fig. 12, 13) völlig weg, während die äußere laterodorsade (epl, Fig. 14c) den lateroventralen Pleurensaum (Hth) mit dem etwas höher liegenden lateralen Sternarand (Rst) verbindet. Die beigegebenen drei Abbildungen (Fig. 14a—c) dürften dieses Verhalten in geeigneter Weise erläutern.

Die Epimeren (epm, Fig. 5, 6a, 12, 13) treten in enge Beziehung zu dem weiter unten zu besprechenden Endophragmalsystem. Der untere Abschnitt der inneren Epimerenwand wird durch eine fast horrizontal verlaufende Rinne abgegrenzt (Rep, Fig. 6a, 8). Von dieser Rinne steigen pfeilerartig einige Chitinbalken (Fig. 5) ziemlich parallel miteinander verlaufend dorsad an; diese zeigen sich bei den einzelnen Individuen mehr oder weniger gut ausgeprägt. Nach verschiedenen Richtungen, meist rostrad oder abdominad, gehen von ihnen Querbalken aus. Die dorsad ansteigenden Hauptpfeiler beginnen jedesmal zwischen den Gelenkhöhlen der Extremitäten (Fig. 5, 13) und grenzen dadurch auf der Epimerenwand gewisse Felder ab, die, zumal ihre Zahl derjenigen der Extremitäten entspricht, als Teilepimeren der einzelnen Segmente bezeichnet werden können. Das gesamte Pfeilersystem hat statische Funktion, es stützt das dünnchitinisierte Dach der Kiemenhöhle und dient der Insertion von Muskeln. (Vergl. W. Schmidt, Fig. 1, 6, 7.)

d) Körpergelenk zwischen Cephalothorax und Abdomen.

Die zu dem hintersten Paar der Thoracalextremitäten (14, Fig. 5, 8) gehörige Epimeralregion der inneren Epimerenwand ist von besonderer Bedeutung durch die Bildung des Körpergelenks zwischen Cephalothorax und Abdomen. Der Längsschnitt durch den Körper auf Abbildung 5 gibt die Ansicht dieser Region von der Innenfläche, während zur Betrachtung der Außenfläche (siehe Fig. 8) ein Teil des hinteren Kiemendeckels ausgeschnitten werden mußte. Auf beiden Abbildungen sieht man die innere, abdominad abfallende Epimerenwand sich auf die lateralen Partien des ersten Abdominalsegments (XV) fortsetzen. Ferner treten auf der zarten Epimerenhaut in be-

stimmter Weise angeordnete chitinige Verdickungen auf, welche das Körpergelenk zwischen Cephalothorax und Abdomen bilden.

Dieses Gelenk zerfällt in zwei Hauptteile, eine viereckige Platte (Q, Fig. 8) und zwei Chitinbalken (ea und eb), welche einen nach der Platte zu offenen spitzen Winkel bilden. Das durch die Platte (Q) gebildete Viereck steht über Eck und trägt an der unteren rostraden Kante eine Einbuchtung oder Pfanne, in welcher der nach oben spitz zulaufende Coxopodit des fünften Gehfußes (14) zapfenartig artikuliert. Die beiden abdominaden Kanten sind mehr oder weniger mit Borsten besetzt. Über der oberen rostraden Kante sehen wir eine ovalgeformte Öffnung, die Ansatzstelle der hinteren Pleurobranchie (plb, Fig. 8). Das durch die beiden abdominad gerichteten Kanten begrenzte Stück der Platte hebt sich etwas vom Epimeron ab, sodaß dasselbe von der Innenseite (Fig. 5) betrachtet als Vertiefung erscheint.

Der zweite Hauptteil des Gelenkes besteht aus den beiden erwähnten Chitinbalken ea und eb. Eine schmale Chitinbrücke verbindet die rostrade Ecke des Plattenvierecks mit dem mittleren Teil des fast vertikal ansteigenden Balkens ea. Aus den Abbildungen 5 und 8 geht deutlich hervor, daß dieser nichts anders ist als der zwischen den Extremitäten 13 und 14 gelegene Chitinpfeiler der inneren Epimerenwand. Von ihm gehen ventralwärts verschiedene Seitenbälkchen ab; dorsad läuft er spitz zu. An dieses Ende setzt der zweite Schenkel des spitzen Winkels, der keulenförmige Balken eb, an. Dieser reicht mit dem dorsad gebogenen dickeren Keulenende bis fast an die rostrale Kante des ersten Abdominalsegments heran, welches nach ihm zugerichtet einen ebenfalls keulenartigen Chitinfortsatz entsendet. Die verdickten Keulenenden sind durch die schwächer chitinisierte Epimerenwand gelenkig miteinander verbunden.

Der durch die beiden soeben besprochenen Hauptteile gebildete komplizierte Gelenkapparat steht rostrad durch den Epimerenpfeiler ea mit dem vorletzten Thoracalsegment, abdominad durch das verdickte Ende des Chitinbalkens eb mit dem ersten Abdominalsegment XV in Verbindung. Der ganze Apparat ist ventral mit dem letzten Thoracalsternum fest ver-

einigt, welches im Gegensatz zu den übrigen Sterna des Cephalothorax rostrad und abdominad frei beweglich ist (Fig. 13). Die Beziehung der Gesamtheit der Chitinteile des Gelenkes zum Sternum XIV läßt sich vergleichen mit einem Keil, dessen Basis von diesem letzten Thoracalsternum gebildet wird, während die Spitze zwischen den beiden oben erwähnten verdickten Keulenenden liegt. Daselbst befindet sich auch der eine Angelpunkt des Gelenks. Die Verbindungslinie der Angelpunkte an der rechten und linken Körperseite entspricht der Gelenkachse. Der Keil ist ventral zwischen Thorax und Abdomen, mit der Spitze rostrad gerichtet, eingeschoben und nach vorn und hinten frei beweglich.

Die Mechanik dieses Körpergelenks bietet folgende Bewegungsmöglichkeiten: das Abdomen kann erstens um die oben erwähnte Achse gegen das letzte Thoracalsegment hin gebeugt werden. Zweitens ist eine Fortsetzung dieser Beugungsbewegung möglich, indem der ventral eingeschobene Keil sich zusammen mit dem Abdomen gegen die verschmolzenen vorderen Thoracalsegmente bewegt. Auf diese Weise wird eine maximale Beugungsmöglichkeit des Abdomens erzielt, was bei dem stoßweisen Rückwärtsschwimmen des Krebses von besonderer Bedeutung ist.

e) Sterna.

Nach Bestimmung der Lage- und Größenverhältnisse der Terga, Pleuren und Epimeren des Cephalothorax ergeben sich von selbst die Grenzen für die nun zu beschreibenden Sterna (st, Fig. 6a, 13). Zwischen diesen und den Epimeren (epn) sind die Extremitäten mit ihren Basalgliedern eingelenkt. Dies erläutert am besten die Abbildung 13. Die Extremitäten 4 (links) bis 14 sind an ihren Einlenkungsstellen in den Körper exartikuliert, um die Gelenk-Höhlen oder -Gruben freizulegen. Die medialen Ränder dieser Gelenkhöhlen begrenzen eine rostrad spitz zulaufende, im ganzen dolchförmige Fläche oder Platte, die verschmolzenen Sterna. Es wurde oben bereits erwähnt, daß das Sternum des letzten Thoracalsegments (XIV) durch eine zarte Gelenkhaut (Intersternalhaut) mit den übrigen Sterna und dem Abdomen verbunden ist und sich dadurch nach vorn und hinten frei bewegen läßt.

Die Hüftglieder der Extremitäten stehen am letzten Thoracalsegment (XIV) am weitesten voneinander ab und nähern sich (Fig. 13) nach der Mundöffnung zu immer mehr der Mittellinie. Das quer brückenförmige und isolierte Sternum (XIV) ist demnach das breiteste. Es trägt in der Mitte des Hinterrandes einen kegelförmigen, an der Spitze mit Borsten besetzten Höcker.

Die beiden nächstvorderen Sterna XII und XIII haben ungefähr gleiche Form. Sie sind länger als das Sternum des XIV. Segments und breiter als die vorausgehenden Sterna. Die an die zugehörigen Gelenkhöhlen grenzenden Seitenkanten dieser beiden Sternalflächen erheben sich leistenartig von der etwas tiefer gelegenen Mittelfläche. Auf dieser befindet sich auf dem vorderen Teil je ein kleiner Höcker, welcher an die bereits erwähnte kegelförmige Erhebung am Hinterrand des XIV. Sternums erinnert.

Das Sternum des XI. Segments leitet gewissermaßen zu dem Typus der langgestreckten und schmalen Sterna der vorderen Segmente über, indem sich seine lateralen Leisten zu Höckern verkürzen und abflachen. In der Mittellinie dagegen tritt eine Längsleiste schärfer hervor. Das längste aller Sterna ist dasjenige des X. Segments zwischen den Gelenkhöhlen der Scherenfüße. Während die vor dem Scherensegment gelegenen Sterna sich rostrad stetig verkürzen, rücken die Artikulationshöhlen der betreffenden Extremitäten immer näher an die Mittellinie heran bis zum Sternum des ersten Kieferfußes (7), welches sich bereits wieder nach vorne verbreitert und rostrad in eine stark quer-verbreiterte Platte ausläuft. Diese wird von den verschmolzenen Sterna der ersten und zweiten Maxillen gebildet (V und VI).

Der hintere Rand der Gelenkhöhle der zweiten Maxille (VI.) verläuft lateral schräg nach hinten und endigt in der bereits oben erwähnten Nackenfalte (cf). Er gibt zugleich die hintere ventrale Grenze des Cephalon an.

Zwischen dem stark verbreiterten Sternum der beiden Maxillarsegmente und dem Mandibularsternum (eps, Fig. 13) dehnt sich eine weiche Cuticularbrücke aus, welche zu beiden Seiten an der Mandibularkante mms ansetzt. Diese ist auf der Innenansicht der Mandibel (Fig. 20b) zu erkennen.

Vor der zarthäutigen Mundregion erstreckt sich eine starkchitinisierte Platte (eps, Fig. 13), von Latreille als „Epistom" bezeichnet, welche von den verschmolzenen Sterna der Segmente III und IV gebildet wird. Der mittlere Teil des Hinterrandes ist in Gestalt eines Querwulstes (ctep, Fig. 13) stark verdickt, während die lateralen Partien des Epistoms sich weit nach hinten flügelartig bis zur Nackenfalte cf (Fig. 13) ausdehnen. Der vordere Rand ist lateral an der Basis der Antennen stark ausgebuchtet und begrenzt in der Mitte den vorderen lanzenspitzenförmigen Fortsatz (spep, Fig. 13). Von der Innenseite gesehen (Fig. 11) erscheint dieser Wulst als Vertiefung und seine rostrade Verlängerung als Furche (spep).

Vor dem Mund, etwa von dem Querwulst ctep des Epistoms an (Fig. 5), steigt die vordere Sternalfläche gegen die fast horizontale Richtung der hinteren Sterna ziemlich steil dorsad nach der Basis des Rostrums hin an. Es kommt auf diese Weise eine Beugung der vorderen Sternalpartie zustande, welche Huxley als „Kopfbeuge" bezeichnet hat. Durch diese Knickung werden die vorderen Anhänge (Augen und Antennen) in eine ihrer Funktion besser entsprechende Lage und eine zur Körperachse ungefähr parallele Richtung gebracht.

Für die Beschreibung der zu dieser Region gehörigen Sterna eignet sich am besten die Innenansicht auf Abbildung 11. Man sieht daselbst die Sternalfläche durchbrochen von zwei paarigen und einer unpaaren Öffnung, den Gelenkhöhlen der ersten (2) und zweiten Antennen, sowie der unpaaren Gelenkgrube (1) der dort endigenden Augenstiele. Vor der Epistomplatte erheben sich zunächst die beiden äußeren und größeren Gelenkgruben, diejenigen der zweiten Antennen. Die Ränder dieser Grube sind wulstig verdickt und grenzen mit ihren oberen Teilen an die mehr medialen Gelenkhöhlen der ersten Antennen (= Antennulae), [II, Fig. 11]. Die Sterna der ersten und zweiten Antennen bilden zusammen den bereits oben erwähnten lanzenförmigen Epistomfortsatz (spep, Fig. 13, Innenansicht Fig. 11).

Die medialen Antennularrandwülste vereinigen sich rostrad und bilden einen in der Mittellinie gelegenen kegelförmigen Höcker spas. Das Tergum des zweiten Segments ist uns be-

reits aus der Beschreibung des Rostrums bekannt als die an dessen Basis gelegene Querleiste (crb, Fig. 11, 5, 10, 12).

Die Anhänge des ersten Segments, die Augenstiele gehen, wie die Fig. 15 zeigt, zusammen in einen querliegenden Zylinder über (Co). Dieser sitzt auf der breiten Platte Ap vorne auf und öffnet sich in deren Mitte nach hinten durch die unpaare Gelenkhöhle I (Fig. 11). Das Sternum, welches sich bei den übrigen Segmenten immer zwischen den Gelenkhöhlen befindet, liegt hier zwischen den Augenstielen und ist jedenfalls identisch mit dem zartchitinisierten Querzylinder Co. Dieser Ansicht ist auch Huxley; er sagt (Seite 132): „darauf folgt eine unverkalkte, in Form eines Halbzylinders (?) gebogene Platte, welche zwischen den Innenenden der Augenstiele liegt und mit den umliegenden Teilen nur durch biegsame Cuticula verbunden ist, sodaß sie frei beweglich ist. Sie stellt die gesamte Sternalregion und wahrscheinlich noch mehr des Augensomits dar". Es ist möglich, daß auch die Terga des ersten Segments sich an der Bildung des Zylinders Co beteiligen, zumal derselbe das Vorderende des Gesamtkörpers bildet und hier sich Terga und Sterna berühren müssen.

f) Scheitelfortsätze.

Die Platte (ap, Fig. 11) zeigt an der Basis des Rostrums zwei dorsad und schräg nach außen gerichtete Chitinplatten, die Scheitelfortsätze (s, Fig. 5, 10, 11, 12). Sie sind Einstülpungen der Cuticula, Apodeme, und dienen den vorderen Magenmuskeln als Ansatzstellen. (Vergl. W. Keim, Fig. 9, 10, 11, mga.)

III. Das Endophragmalsystem.

Die Scheitelfortsätze (s, Fig. 12) leiten gewissermaßen von dem die Oberfläche des Krebses bedeckenden äußeren Teil des Hautskeletts zu dem Endophragmalsystem über. In der älteren wie neueren Literatur werden diese Teile des Skeletts häufig als Innen- oder Endoskelett bezeichnet. Vielleicht würde diese Benennung besser nicht dafür gebraucht, insofern es sich dabei ebenfalls um ein Produkt des ectodermalen Körperepithels

und nur um ein Eindringen nach innen handelt (Apodembildung). Seine Chitinbälkchen stehen mit den äußeren Skeletteilen in kontinuierlichem Zusammenhang und werden wie dieses bei der Exuviation abgeworfen.

Eigentlich gehören nach dieser Definition auch die Scheitelfortsätze zu dem inneren Hautskelett. Hier mußten sie jedoch im Zusammenhang mit den vorderen Kopfsterna (Platte ap) besprochen werden, der sie zugehören. Mit dem eigentlichen Endophragmalsystem jedoch stehen sie in keinem direkten Zusammenhang. Die Hartteile dieses Systems bilden in ihrer Gesamtheit ein sehr kompliziertes, jedoch nach bestimmtem Plan statisch bestimmtes Balkengerüst. Das Endophragmalsystem unterscheidet sich von den übrigen Apodembildungen durch seine Beziehung zu inneren Organen, z. B. dem Bauchmark, welches in dem von ihm gebildeten Sternalkanal (sc, Fig. 6a) liegt (vergl. W. Keim, Fig. 22, 26), und weiterhin durch seine Beziehung zu Muskelgruppen. (Vergl. W. Schmidt Fig. 1, 7,

tha. = Musculi thoracales anteriores

und v. s. th. = Musculi ventrales superficiales thoracis.)

Die erste ausführliche Beschreibung der inneren Teile des Hautskeletts stammt von Milne Edwards und ist in seinen „Observations sur le squelette tégumentaire des Crustacées décapodes“ (Seite 272) enthalten. Dies Werk ist zur Grundlage nicht nur der diesbezüglichen Nomenklatur, sondern auch zum Ausgangspunkt aller späteren Untersuchungen über das Endophragmalsystem geworden. Wir finden darin die erste und heute noch maßgebende Beschreibung des inneren Skeletts von „Homarus“. Huxley greift bei seiner Studie über das Skelett des Flußkrebses auf Milne Edwards zurück, doch gibt seine Beschreibung des „Endoskeletts“ nur die Hauptpunkte wieder, „ohne auf Einzelheiten einzugehen“.

Gelenkhöhlen und Arthrophragmen.

Wie oben bereits erwähnt, sind die Extremitäten auf Abbild. 13 im Körpergelenk exartikuliert; die Gelenkhöhlen liegen frei. Dieselben werden auf der Medianseite begrenzt von den lateralen Rändern der dolchförmigen Sternalfläche. Zwischen den verschmolzenen Einzelsterna befindet sich jederseits eine laterale

Erhebung (Paa, Fig. 16a, 13). Die Spitzen dieser Erhöhungen bilden die inneren Angelpunkte der Körpergelenke der Extremitäten, welche später genauer beschrieben werden sollen. Von den Angelpunkten nach den Epimeren zu erstrecken sich zwischen den Gelenkhöhlen fast einander parallel verlaufende, schmale Chitinbalken (aá, Fig. 16a, 13), welche Huxley als Arthrophragmen bezeichnet. Sie tragen an ihrem lateralen Ende, an der Übergangsstelle in die Epimeralwand epn, die ebenfalls später zu besprechenden äußeren Angelpunkte Pab der Körpergelenke der Extremitäten.

Die die Gelenkhöhlen trennenden Arthrophragmen aá geben zugleich an der Ventralseite die Grenzen zwischen den einzelnen Segmenten an. Auf Abbild. 16a u. b ist die Grenzlinie zwischen den Segmenten XI und XII durch die Linie Grl XI/XII kenntlich gemacht. Die entsprechenden Linien zwischen den dahinterliegenden Segmenten nähern sich mehr einer Geraden, während dieselben zwischen den vorderen Segmenten eine mediane, rostrade Krümmung aufweisen.

Endophragmen.

Auf jeder Grenzlinie erheben sich zwischen den Segmenten des Cephalothorax vom letzten Kopfsegment an vier nach dem Körperinnern gerichtete Chitinpfeiler oder -Säulen (vergl. den schematischen Querschnitt auf Abbild. 14a u. b, ferner 6a). Zwei dieser Säulen (Est) liegen näher an der Mittellinie und entspringen mit dem größten Teil ihrer Grundfläche auf den Sterna. Sie werden aus diesem Grunde Endosterniten genannt (Milne Edwards „endosternaux"). Die beiden anderen Pfeiler (Epl) entspringen mehr lateral auf den Arthrophragmen, ein wenig einwärts von den Epimeren (epn) und führen die Bezeichnung Endopleuriten (Milne Edwards „endopleuraux"). Alle vier Säulen sind entstanden durch Einfaltung der Cuticula (Apodembildung.)

Die Einzelteile des Endophragmalsystems (Endophragmen) variieren bei den einzelnen Individuen in Größe und Gestalt, doch lassen sie sich in ein bestimmtes Schema einordnen. Letzteres wurde von Milne Edwards aufgestellt und ist so

instruktiv, daß ich es in seinen Grundzügen meiner Beschreibung kurz vorausschicken möchte.

Er teilt das Endophragmalsystem in:

I. endosternaux,
- a) branche mésophragmale ou interne
- b) branche paraphragmale ou moyenne
- c) branche arthrodiale ou externe

II. endopleuraux = endophragmes épimériens
- a) branche antérieure } = internes
- b) branche postérieure }
- c) branche arthrodiale = externe.

a) Die Endosterniten.

Die an der Innenfläche der Sterna beginnenden Endosterniten Est (Fig. 6a, 5) sind in ihrem unteren Drittel breit und tragen daselbst Chitinverdickungen, die wie die Seitenkanten einer Pyramide nach unten divergieren. Durch die auf diese Weise zustande kommende Verbreiterung des Säulensockels (Fig. 14, a u. b) wird das statische Moment der Säule erhöht. Diese verschmälert sich (vergl. Fig. 6a, 5) in der Mitte, um in ihrem oberen Drittel wieder breiter zu werden. Fast alle Endosterniten zeigen (vergl. Fig. 5) eine geringe Neigung nach vorne.

Mesophragmen – Paraphragmen.

Von jeder Säule zweigen sich drei Fortsätze ab. Zwei davon liegen auf der Dorsalseite des Endosterniten und bilden mit ihrer Gesamtfläche das Kapitäl der Säule (Fig. 5). Dementsprechend sind daselbst zwei Teilflächen zu erkennen, eine mehr in der Mitte gelegene, innere und längere, das Mesophragma (Estm, Fig. 6a, 16b, 12), (branche mésophragmale ou interne, Milne Edwards), und eine zweite, vom Mesophragma epimerad nach außen verlaufende, das Paraphragma (Estp, Fig. 6a, 16b, 12), (branche paraphragmale ou moyenne, Milne Edwards).

Alle Endophragmen haben die Eigentümlichkeit, sich an den distalen Enden und Kanten in feinste Zweigbälkchen und Chitin-

lamellen zu zerfasern, um so die Insertionsfläche für die Muskeln möglichst zu vergrößern (vergl. Fig. 12). Die Mesophragmen erscheinen dadurch, daß die Epimeren nach außen geklappt wurden, ein wenig voneinander abgerückt. In ihrer natürlichen Lage berühren sie sich fast immer in dem vordersten und den mittleren Segmenten und bilden mit ihren feinen Faserbälkchen Anastomosen, welche die terminalen Enden förmlich miteinander verlöten. Auf diese Weise wird der zwischen den Endosterniten gelegene Sternalkanal (sc, Abbild. 6a) auf seiner Dorsalseite gewissermaßen von einem Dache überbrückt und geschlossen.

Dritter oder „arthrodialer" Fortsatz.

Der dritte am Endosterniten entspringende Fortsatz ist das auf Abbild. 12 u. 5 erkenntliche Chitinbälkchen (Este) (= branche arthrodiale ou externe, Milne Edwards). Dasselbe beginnt an dem unteren Drittel des Endosterniten (vergl. Fig. 5) und verläuft schräg nach außen und vorne, um sich mit dem hinteren Fortsatz (Eplp, Fig. 12) des Endopleuriten in dessen unterer und mittlerer Partie zu verbinden.

Nach diesem Schema sind fast alle Endosterniten und deren drei Fortsätze gebaut. Kleine Unterschiede finden wir nur an den vorderen und hinteren Segmenten. So ist der vorderste Endosternit (vergl. Abbild. 5) wesentlich stärker gebaut als alle übrigen und trägt ein bedeutend breiteres Kapitäl (vergl. Fig. 12, 16b). Die Berührungslinie der Mesophragmen ist deutlich zu erkennen an den in der Mittellinie ineinandergreifenden Faserungen. Die betreffenden Paraphragmen zeigen an ihren lateralen Ecken sehnenartige Fortsätze (vergl. Pestp, Fig. 16b). Der dritte, arthrodiale Seitenast fehlt an diesem Endosterniten.

Der zweitvorderste Endosternit (Fig. 5) ist verhältnismäßig klein und liegt auf der Medianansicht (Fig. 5) hinter den benachbarten Säulen V/VI und VIII/IX zurück, beziehungsweise der Epimeralwand epn näher. Auch das Kapitäl der Säule VII/IIX ist entsprechend kleiner und — wie die Abbildungen 16b und 12 deutlich erkennen lassen — gewissermaßen zwischen die Kapitäle V/VI und VIII/IX eingeschaltet.

Der Endosternit XIII/XIV (Fig. 12) ist schaufelartig abgeplattet und schräg nach außen gerichtet. Ferner erhebt sich auf der Segmentgrenze XIV/XV ein nach oben spitz zulaufender und schräg nach vorne gerichteter, rudimentärer Endosternit (Est XIV/XV, Fig. 16b und 12).

b) Die Endopleuriten.

Die Endopleuriten (Epl, Fig. 14a, b und 6a) lassen sich vergleichen mit Pfeilern, an welchen je drei Flächen zusammentreffen. Jeder Pfeiler steht ein wenig von der Epimeralwand, epm, ab und ist mit dieser durch die nach außen gerichtete arthrodiale Fläche (Eple, Fig. 14a, b und 16b) verbunden (branche arthrodiale ou externe, Milne Edwards). Der Endopleurit Epl begrenzt demnach die arthrodiale Fläche Eple an ihrer Medianseite.

Arthrodialer Fortsatz.

Auf der Innenansicht des Endophragmalsystems (Abbildung 12 und 16b) erscheinen die Flächen von oben gesehen als Kanten, die in einem Punkte zusammenlaufen. Dieser Punkt entspricht dem dorsalen Ende des Endopleuriten und liegt an dem medialen Ende der arthrodialen oder äußeren Kante (Eple, Fig. 16b).

Vorderer und hinterer Innenfortsatz.

In diesem Punkte zweigen sich zwei weitere, nach innen gerichtete Flächen, auf Abbildung 12 und 16b als Linien erkenntlich, ab, welche einen nach der Medianseite offenen Winkel einschließen. Einer derselben verläuft vom Bifurkationspunkt aus schräg nach vorne (auf der Segmentgrenzlinie, vergl. Grl XI/XII, Fig. 16b) und verbindet sich mit dem Paraphragma des nächstvorderen Endosterniten (entsprechend branche antérieure, Milne Edwards). Die zweite innere Abzweigung Eplp (Fig. 12) ist schräg nach hinten gerichtet und endigt am nächsthinteren Endosterniten (= branche postérieure, Milne Edwards).

Auf Abbildung 6a konnte der Übersicht wegen nur eine der beiden inneren Flächen gezeichnet werden. Von dem Endo-

pleuriten Epl aus zieht die vordere Fläche Epla nach dem nächstvorderen Endosterniten Est hin. Sie verschmälert sich nach ihrem medialen Ende zu ein wenig und begrenzt mit ihrer unteren Kante die ovalgeformte Öffnung Fe, Fig. 6a. Die hintere Fläche (Eplp, Fig. 12) vereinigt sich, wie oben bereits erwähnt, in ähnlicher Weise mit dem nächsthinteren Endosterniten, ohne eine gleiche Öffnung zu bilden.

Kleine Abweichungen von diesem Grundplan weisen nur der vorderste und hinterste Endopleurit auf. Bei dem ersteren (Epl V/VI, Fig. 12) ist der Winkel zwischen den inneren Fortsätzen sehr klein geworden. Die entsprechenden Flächen liegen demnach sehr eng aneinander und zeigen statt des Winkels deutlich eine transversal verlaufende Rinne. Bei dem hintersten Endopleurit (Epl XIII/XIV, Fig. 12) fehlt die hintere der beiden inneren Flächen.

C. Das Skelett der Segmentanhänge.

I. Praeorale Anhänge.

Die Augenstiele.

Die Stiele der Komplexaugen (Ast, Fig. 15) sind im Gegensatz zu den mehrgliedrigen Stielaugen-Formen der Decapoden Podophthalmus, Hippa, Homola und Ranina nur eingliedrig. Oben wurde bereits der zwischen den Augenstielen (Ast) gelegene Querzylinder (Co) besprochen. Zu beiden Seiten desselben kann die weiche Gelenkhaut (Cio, Fig. 15) gestützt sein durch die mehr oder weniger gut ausgeprägten plattenförmigen verkalkten Chitinverdickungen (Plio, Fig. 15). Die Augenstiele selbst sind kurze Zylinder, welche an ihrem proximalen Ende eine ringförmige Wulstung aufweisen und an dem distalen Rande je zwei dreieckige Vorsprünge in die Cornea (c) hineinsenden. Auf Abbildung 15 ist jederseits nur der dorsale Fortsatz zu sehen; der ventrale entspricht diesem in der Ausbildung. Bezüglich des feineren Baues des Komplexauges sei verwiesen auf die Arbeit von H. Bernhards: „Der Bau des Komplexauges von Astacus fluviatilis".

Die Antennulen.

(Erste oder vordere Antennen).

Die Antennulen (Fig. 17a) lassen sich in zwei Abschnitte teilen, einen proximalen, dreigliedrigen Stamm oder Schaft (Pedunculus oder Scapus) und einen distalen Geißelteil (Flagellenteil oder Funiculus).

Die drei Glieder des Schaftes weichen von der typischen Röhrenform ab durch dreiseitige Abplattung, welche am Basalglied am besten zu erkennen ist. Auf diese Weise entstehen, wie Fig. 17a zeigt, drei Flächen, welche bei natürlicher Lage der Antennulen so orientiert sind, daß zwei davon lateral liegen

und ventral in der Kante (crap) zusammentreffen. Dieselbe trägt an ihrem distalen Drittel einen nach vorne gerichteten Dorn (spap). Die dritte, der Kante (crap) gegenüberliegende Fläche ist leicht nach innen eingesenkt und läßt in ihrem proximalen Drittel eine mit Borsten besetzte Chitinleiste (mst) erkennen. Der Borstenbesatz deckt eine unter der Chitinleiste gelegene Öffnung, welche in die Statocyste führt.

Die beiden vorderen und kleineren Glieder des Schaftes sind ebenfalls leicht dreiseitig abgeplattet und wie das größere Basalglied an den Kanten, weniger auch auf den Flächen mit Borsten besetzt.

An dem distalen Ende des vordersten Gliedes beginnen die beiden Geißeln (Flagellen), eine stärkere und längere Hauptgeißel (Flen, Fig. 17 a) und eine weniger breite und kürzere Nebengeißel (Flex). In natürlicher Stellung der Antennulen liegt die erstere (siehe Fig. 1 a u. b) näher der Mittellinie und ventral, die Nebengeißel mehr laterodorsal. Beide weisen deutliche Ringelung auf, über welche folgende Tabelle leicht orientiert.

Geißelteil der ersten Antenne.

Länge		Gliederzahl	
Haupt-Geißel	Neben-Geißel	Haupt-Geißel	Neben-Geißel
1,50 cm	1,20 cm	33	26
1,50 „	1,21 „	32	26
1,75 „	1,35 „	32	27
1,85 „	1,50 „	37	31
1,90 „	1,55 „	37	31
2,05 „	1,70 „	42	30
2,05 „	1,72 „	42	30
2,10 „	1,68 „	39	30
2,10 „	1,95 „	41	32
2,10 „	1,70 „	39	31
2,10 „	1,60 „	42	31
2,10 „	1,75 „	41	32
2,20 „	1,80 „	43	36
2,25 „	1,81 „	45	40

Die Hauptgeißel ist demnach etwa 0,3—0,5 cm länger als die Nebengeißel und hat eine entsprechend höhere Ringzahl. Letztere variiert bei beiden Geißeln.

Wie weit es sich bei den Borsten der Flagellen um Ästhetasken handelt, kann hier nicht entschieden werden. Hier wurde nur das morphologische Verhalten der ersten Antennen beschrieben; auf die theoretische Auffassung der Antennulae, das heißt ihre phylogenetische Bedeutung, gehe ich absichtlich nicht ein, als nicht in den Rahmen dieser Arbeit gehörend. Es sei in dieser Beziehung auf die bekannten Darlegungen von Claus, Korschelt-Heider (Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte) und Giesbrecht (Handbuch der Morphologie) verwiesen.

II. Die postoralen Gliedmaßen.

Die Grundform der postoralen Gliedmaßen entspricht dem zweiästigen Typus des zweiten und dritten Naupliusextremitätenpaares, dem Spaltfuß. Aus diesem hat sich unter Zurücktreten des Exopoditen zugunsten eines kräftigen Endopoditen das Stabbein (Schreitfuß) entwickelt.

W. Schmidt schickt seiner Beschreibung der Extremitätenmuskulatur eine kurze Schilderung des Extremitätenbaus voraus. Dieselbe basiert auf einem Schema (vergl. W. Schmidt, Fig. 8), einer Kombination aus dem ersten Kieferfuß (Fig. 20a) und einem der beiden letzten Schreitfüße (Fig. 24b). Dies Schema ist zur folgenden Beschreibung der postoralen Gliedmaßen vorzüglich geeignet, weshalb ich es an dieser Stelle einfügen möchte. Fig. 18 (W. Schmidt, Fig. 8), [Seite 194].

„Wir unterscheiden (an ihm) einen meist zweigliedrigen Stamm, den Protopodit, an dem die beiden Äste, der Endopodit und der Exopodit, und häufig noch ein drittes Gebilde, der Epipodit, sitzen. Haben wir einen zweigliedrigen Protopodit, so bezeichnet man das proximale Glied als Coxopodit, das distale Glied als Basipodit, an dem Exopodit und Endopodit entspringen. Zugunsten des letzteren tritt in der Regel der Exopodit zurück.“ – „Der Exopodit besteht nur aus einem

Grundgliede, an das sich eine aus mehreren Ringen bestehende Geißel ansetzt.“ — „Der Endopodit ist in seiner einfachen Form ebenso gebaut wie der Exopodit. Bei den Abdominalextremitäten besteht er ebenfalls nur aus einem Grundgliede und einer beweglichen Geißel. Bei der höchsten Gliederung des Endopodits (Fig. 8) können wir fünf Glieder unterscheiden, von denen das proximale, dem Basipodit ansitzende Glied, als Ischiopodit, das nächste als Meropodit, das dritte als Carpopodit, das vierte als Propodit und das letzte schließlich als Dactylopodit bezeichnet wird.“

„Der Epipodit tritt nur bei der zweiten Maxille und den Thoracalextremitäten mit Ausnahme des letzten Schreitfußes auf. Er entspringt an dem Coxopodit und trägt meistens Kiemen. Nur bei der zweiten Maxille und dem ersten Kieferfuß stellt er einen lappenförmigen Anhang dar.“

Die Antennen.
(Zweite oder hintere Antennen.)

Die Antenne ist nach dem Typus des Spaltfußes gebaut (vergl. Abbild. 17b, Ansicht der rechten Antenne von der Ventralseite).

Ihr Protopodit besteht aus zwei Gliedern, dem proximalen Coxopodit (C) und dem distalen zweiteiligen Basipodit (B, B′).

Coxopodit.

Der Coxopodit (C) ist flach, verhältnismäßig klein und erscheint nicht völlig geschlossen als Ring, da er sich an der Außenseite (Cb) stark abflacht. Das fehlende Stück des Rings ist — wie Fig. 11 auf der Innenansicht zeigt — ersetzt durch die zarte Gelenkhaut cia, welche die beiden Endpunkte (Ca und Cb, Fig. 11) miteinander verbindet. Diese Punkte des Coxopodits sind durch die spiralige Windung seines proximalen Randes (mp C) voneinander abgerückt. Die so zustandekommende Verbreiterung der Gelenkhaut (cia, Fig. 11) bedeutet hinsichtlich der Mechanik des Körpergelenks der Antenne eine Vergrößerung der Bewegungsmöglichkeit.

Auf der Medianseite zeigt der Coxopodit eine kegelförmige Erhebung (Pgv, Fig. 17 b), welche auf ihrer dem Körper zu-

gewandten Fläche die Öffnung (Fgv, Fig. 17) trägt, die Mündung des Ausführungsgangs der grünen Drüse.

Basipodit.

Das distale Glied des Protopodits, der Basipodit (BB'), ist größer als der Coxopodit (C) und, wie Abbild. 17b zeigt, geteilt durch die Rinne (f v B), welcher eine gleiche zweite Furche auf der gegenüberliegenden Seite entspricht. Der eine Chitinhalbring B liegt nach außen, in der hinteren Verlängerung der Antennenschuppe (= Exopodit, Ex), der zweite in der Richtung des Endopodits (En). Dieser Teilung des Basipodits in zwei gegeneinander verschiebbare Halbringe (B, B') entspricht im Innern die Teilung der Muskulatur in zwei Muskelgruppen (vergl. W. Schmidt, Fig. 13). Die Gruppen können unabhängig voneinander in Funktion treten und ebenso unabhängig die zugehörigen Glieder, den Exopodit und Endopodit bewegen. So ist die Teilung des Skelettringes auch hier von besonderer Bedeutung für die Mechanik der zugehörigen Gelenke und Glieder.

An den zweigliedrigen Stamm oder Protopodit (C + BB') schließen sich distal die beiden Äste, der Exopodit (Ex) und der Endopodit (En) an.

Exopodit.

Der Exopodit ist, von der ursprünglichen Geißelgestalt (siehe Abbild. 18 und 25a) abweichend, nach Verlust des geringelten Geißelteils und Abplattung des Grundgliedes modifiziert zu einer platten und ungegliederten Schuppe (Ex), (auch Squama oder Scaphocerit genannt). Die beiden Flächen der Schuppe sind in ihrer Mittellinie leicht gewölbt. An der dem Endopoditen zugerichteten Kante befindet sich ein bei den einzelnen Individuen mehr oder weniger deutlich ausgeprägter Borstenbesatz.

Endopodit.

Der Endopodit (En) ist aus vielen Gliedern zusammengesetzt, von denen die beiden proximalen ($En_{(1)}$) und ($En_{(2)}$) die distalen ($En_{(Fl)}$) an Größe und Umfang übertreffen. Letztere

bilden in ihrer Gesamtheit die geringelte Geißel (En[Fl], Fig. 17b und 1a, b, 12, 13). Alle Gliedringe des Endopoditen tragen, besonders auf der Medianseite, einen mehr oder weniger ausgeprägten Borstenbesatz.

Die Gliedringe des Geißelteils der zweiten Antenne treten, wie folgende Tabelle zeigt, in variabler Zahl auf.

Geißelteil der zweiten Antenne.

Länge cm	Zahl der Gliedringe
2,55	88
3,05	115
4,20	79
6,40	116
6,70	120
7,00	121
7,40	124
7,50	123
8,50	132
9,30	122
9,50	151
9,60	149
9,65	157
9,70	147

Aus dieser Tabelle geht ferner hervor, daß bei zunehmender Länge des Flagellums auch die Gliedringszahl wächst, doch nicht in gleichem Verhältnis; eine Antennengeißel von nur 3,05 cm Länge hatte 115 Glieder, während die 9,65 cm lange 157 aufwies. Es scheint also bereits beim jungen Krebs eine ziemlich hohe Ringzahl angelegt zu werden, welche während des Wachstums nur um wenige Glieder vermehrt wird. Die Einzelringe der Flagellen sind bei jüngeren Krebsen dementsprechend auch in kleineren Proportionen angelegt.

Auf der Gelenkhaut zwischen Protopodit und den beiden Ästen, Exopodit und Endopodit, können verschieden starke, plattenförmige Chitinverdickungen (pcia, Fig. 17b) auftreten.

Die Mandibeln.

Die Mandibeln (Vorderkiefer, Oberkiefer, Fig. 19a, 20b) zeigen nicht mehr den Typus des Spaltbeins. Sie lassen zwei Hauptteile erkennen, den stark chitinisierten und verkalkten Coxalteil (C, Fig. 19a, 20b) und den an dessen vorderer Kante (mam) ansitzenden Taster oder Palpus (p).

Durch ihre Lagerung zu beiden Seiten der Mundöffnung (vergl. Abbild. 13) sind die Mandibeln vor allen übrigen Extremitäten geeignet zu der Funktion, die durch die Scheren, scherentragenden Gehfüße und Kieferfüße zum Munde geführten Nahrungspartikelchen zu zerkleinern. Dieser Funktion entspricht wiederum die Umbildung der dem Munde zugekehrten Fläche zu Kauladen oder Enditen.

Coxalteil.

Die Außenfläche des Coxalteils (C) ist (vergl. Abbild. 19a, 20b) nach außen gewölbt und biegt an der oralen Kante (mom) scharf um in die Innenfläche. Letztere wird (Abbild. 20b) begrenzt von den Kanten (mom und mms). Ungefähr in ihrer Mitte befindet sich eine tiefe Rinne, auf welche nach außen die scharfe Kante (mms) folgt. Durch diese Einsenkung treten die Kanten (mom und mms) schärfer hervor. Die erstere (mom) liegt der Mundöffnung näher und stellt als scharf gezähnte Leiste die orale Kaulade des Endits dar (vergl. Fig. 13), während die zweite Kauleiste (mms) mehr nach außen vom Munde gelegen ist und an Stelle der scharfen Zähne mehr stumpfe Höcker aufweist. Die Zähne der Kaulade (mom) sind häufig bei der rechten und linken Mandibel verschieden stark ausgeprägt.

Palpus.

Der zweite Teil der Mandibel, der Taster oder Palpus (p) entspringt an der vorderen Kante (mam), dicht neben der seichten Rinne (R, Fig. 19a) und der Kante (mms, Fig. 20b).

Er besteht aus drei Gliedern, welche besonders an ihrer vorderen Fläche mehr oder weniger starke Borsten tragen. Dieselben sind am distalen, dritten Gliede am stärksten ausgeprägt. Auf die Entwicklung des Palpus (als Endopodit oder Epipodialanhang?) kann hier nicht näher eingegangen werden. Die Funktion des Tasters ist fraglich, doch scheint es mir möglich, daß derselbe, zumal wegen seines besonders stark ausgeprägten, bürstenartigen Borstenbesatzes, als Putzorgan angesehen werden kann.

An der Kante (mpm, Fig. 19a, 20b) setzt der Musculus adduktor posterior mandibulae mit einer starken Sehne (addps) an (vergl. W. Schmidt, Fig. 14, 15).

Die Mandibel artikuliert mit dem Epistom (epst, Fig. 13) längs der Kanten (mam und mlm). Auf Abbild. 20b und 13 sind die Angelpunkte des Gelenks durch die Kreuze x und xx angegeben. Ihre Verbindungslinie, die Gelenkachse, fällt größtenteils mit den Kanten (mam und mlm) zusammen, um welche die Drehung der Mandibel erfolgt. Bemerkenswert ist, daß die Gelenkachse nicht wie bei den übrigen Gelenken schräg durch die Gelenkhöhle hinzieht (vergl. Abbild. 13), sondern gewissermaßen exzentrisch gelegen ist.

Aus dieser Lage der Gelenkachse resultiert die Rotationsbewegung der Mandibel um die Kanten (mam und mlm). Die Nahrung wird dabei gewissermaßen in die Mundöffnung hineingestopft, während die Kauladen als Zähne funktionieren. Ferner können die Mandibeltaster, wie bereits oben erwähnt, bei dem Vorbeistreichen an der oralen Kaulade etwa an den Zähnen hängengebliebene Nahrungsreste abbürsten.

Die ersten Maxillen.

(Vordere Maxillen, Maxillulae, Hinterkiefer, Unterkiefer.)

Im Gegensatz zu den stark chitinisierten Mandibeln erscheinen die beiden Maxillenpaare als zarthäutige Gebilde (vergl. Abbild. 21a u. b).

Die erste Maxille ist klein, ihr fehlt (vergl. Fig. 21a) der Exopodit und der Epipodit. Die beiden Stammglieder, der kleinere Coxopodit (C) und der umfangreichere Basipodit (B) sind zu breiten Platten ausgezogen. Die dem Munde zuge-

richteten Kanten (mom) können etwas stärker chitinisiert und mit zahlreichen kräftigeren Borsten besetzt sein, sodaß sie bei ihrer Funktion, die Nahrung festzuhalten und an die Lippen anzudrücken, genügenden Widerstand zu leisten vermögen. An der distalen Kante des Basipoditen (B) setzt der stark reduzierte, ungegliederte Endopodit (Palpus, En) an.

Die Körpergelenke der beiden Maxillen zeigen keinerlei feste Angelpunkte, dagegen ist die Gelenkhaut im allgemeinen kurz und gleicht einem Gelenkhautring. Die Mechanik des Gelenks wird hier durch die ungewöhnlich stark entwickelte Muskulatur bestimmt (vergl. W. Schmidt Seite 214, desgleichen Seite 216, Fig. 16). Der Coxopodit trägt an seiner Basis zwei Vorsprünge, Insertionsstellen von Muskeln, den dem Munde zuliegenden mediodorsalen Vorsprung (cv), (vergl. W. Schmidt, Fig. 16) und den mehr lateralen (cl).

Die zweiten Maxillen.
(Hintere Maxillen, Beikiefer, Maxillae.)

Die zweiten Maxillen (Abbild. 21b) unterscheiden sich von den ersten durch ihren größeren Umfang und das Hinzutreten des Scaphognathiten (scg, Exopodit).

Die beiden Glieder des Protopoditen, der Coxopodit (C) und Basipodit (B), sind durch Längsspaltung in je zwei lamellöse Endite geteilt. Der Endopodit (En) ist schmal, lang und ungegliedert. An seiner nach dem Scaphognathiten zu liegenden Fläche erhebt sich ein leicht verstärkter Chitinhügel, welcher mit zahlreichen Borsten besetzt ist.

An der Stelle des Exopoditen befindet sich eine breite Platte, der Scaphognathit (scg), welcher an seinen Rändern einen dichten Borstenbesatz aufweist. Drei dieser Borsten (Bex), sind länger als alle übrigen und vermutlich von besonderer, noch aufzuklärender Funktion. Der Scaphognathit (scg) liegt der Nackenfalte (cf, Fig. 13) an und strudelt in regelmäßigen Schwingungen das Atemwasser in der Richtung von hinten nach vorn durch die Kiemenhöhle. Durch Änderung in der Kraft und Richtung der Schwingungen kann die Stromrichtung invertiert werden zwecks Abspülung an den Kiemen hängen-

gebliebener Fremdkörper. (Die Frage, ob der Epipodit völlig fehlt, oder mit dem Exopoditen zusammen die Atemplatte (scg) bildet, kann hier nicht entschieden werden.)

b) Die Gliedmaßen des Thorax.

Die drei vorderen Gliedmaßenpaare des Thorax sind zwischen die Maxillen und die fünf hinteren Thoraxfüße, die Gehfüße, eingeschaltet. Aus dieser Orientierung ergibt sich von selbst ihre Funktion.

Die vorderen Gehfüße erfassen mit Hilfe besonderer Greifzangen, Scheren, die Nahrung und zerreißen sie in gröbere Stücke, welche sie an die Kieferfüße weitergeben. Hier wird die Nahrung weiterhin zerkleinert und den Kiefern oder Maxillen zugeführt, welche die Nahrungspartikelchen während des Kauaktes der Mandibeln an die Lippen anpressen.

Die Kieferfüße vermitteln demnach gewissermaßen zwischen den Gehfüßen und Kiefern und sind dementsprechend auch morphologisch modifiziert. Die unten folgende Beschreibung der einzelnen Maxillipeden wird erkennen lassen, daß, außer einer reicheren Ausbildung von Epipodialanhängen, der Bau der Kieferfüße von den lamellösen Maxillen überführt zu den kräftigen Gehfüßen (Peräopodien).

Bei den Maxillen sind die Enditen das Hauptorgan und dementsprechend die Glieder des Protopoditen stärker ausgebildet, während der Endopodit reduziert erscheint. Die Gehfüße dagegen zeigen ihrer Funktion entsprechend eine weitgehende Ausbildung des Endopoditen. Die zwischen Maxillen und Gehfüßen vermittelnden Kieferfüße müssen demnach außer einer Konsolidierung eine stetig zunehmende Ausbildung und Gliederung des Endopoditen auf Kosten des Exopoditen aufweisen. Bereits beim zweiten Kieferfuß treten fünf Endopoditglieder auf, welche bei dem dritten Maxillipeden derart verstärkt sind, daß die Glieder des Protopoditen fast als proximale Glieder des Endopoditen erscheinen. Nach Verlust des Exopoditen ist die Gestalt des Gehfußes erreicht mit den folgenden sieben Gliedern:

1. Coxopodit (Coxale).
2. Basipodit (Basale).
3. Ischiopodit (Ischium).
4. Meropodit (Merus).
5. Carpopodit (Carpus).
6. Propodit (Propus).
7. Dactylopodit (Dactylus).

Der erste Kieferfuß.

Die Kieferfüße helfen bei der Herbeischaffung der Nahrung, halten dieselbe fest und befördern sie nach dem Munde hin.

Der erste Kieferfuß (Abbild. 20a) zeigt im allgemeinen den Bau der lamellösen Maxillen (Fig. 21a, b) und unterscheidet sich von diesen hauptsächlich durch das Vorhandensein eines Exopoditen (Ex, Fig. 20a), sowie eines breiten Epipodialanhanges (Ep), welcher die Funktion hat, den Scaphognathiten bei dem Durchstrudeln des Wassers durch die Kiemenhöhle zu unterstützen.

Während der kleine Endopodit meist ungegliedert ist und nur selten die Andeutung einer Teilung in zwei Glieder erkennen läßt, kann man an dem weit größeren Exopoditen ein Stammglied und einen an diesem ansetzenden Endteil (Flagellum, flag) unterscheiden. Das Grundglied (Ex) ist nach Art einer Mulde ausgehöhlt und, wie alle übrigen Glieder der Extremität (ausgenommen der Epipodit, Ep), mit Borsten besetzt.

Der zweite und dritte Kieferfuß.

Die zweiten und dritten Kieferfüße haben annähernd denselben Bau.

Die beiden Glieder des Protopoditen, der Coxopodit (C) und der Basipodit (B), sind wesentlich stärker chitinisiert und zeigen die Tendenz, von der lamellösen, breiten Gestalt in eine mehr röhrenförmige überzugehen. Ferner treten an Stelle des Epipodialanhangs des ersten Kieferfußes hier Kiemen (Podobranchien, Ki, Fig. 19b, 22) auf. Der Coxopodit des dritten Kieferfußes trägt ferner eine Kiemenlamelle (La, Fig. 22) und viele zu einem Büschel geordnete Coxopoditborsten (f C). Letztere sitzen auf einem Chitinhügel auf und sollen (nach Huxley)

die Funktion haben, das Eindringen von Fremdkörpern in die Kiemenhöhle zu verhindern.

Der Exopodit des zweiten Kieferfußes gleicht annähernd dem des ersten und scheint durch die Größenzunahme der ganzen Extremität ebenfalls einen größeren Umfang erlangt zu haben. Beim dritten Kieferfuß dagegen ist eine bedeutende Reduktion zu Gunsten des Endopoditen eingetreten.

Wie oben bereits erwähnt erlangt der Endopodit eine sich allmählich steigernde Ausbildung, die bei dem dritten Kieferfuß fast die Gehfußgestalt erreicht. Beim zweiten und dritten Kieferfuß verschmelzen der Basipodit und der Ischiopodit miteinander, doch ist an beiden Extremitäten noch deutlich die Verschmelzungslinie als seichte Rinne zu erkennen. Diese Vereinigung zu einem längeren Gliede ist bezüglich der Beweglichkeit der Extremität nicht von Vorteil. Im allgemeinen gilt der von List (Seite 436) aufgestellte Satz: „Je kürzer die Anfangsglieder eines Beines sind und demgemäß je näher seine Gelenkachsen beieinander liegen, desto freier beweglich ist das Bein."

Die Funktion der Kieferfüße, die Nahrung nach den Kiefern hinzubefördern, verlangt jedoch keine allzugroße Beweglichkeit, zumal die kürzeren drei bis vier vorderen Glieder diese Tätigkeit übernehmen können. Die Grundglieder dagegen sind noch neben der Transportierung der Nahrung bei der Zerkleinerung derselben behilflich und dementsprechend an ihren inneren Kanten teilweise mit Zähnen und starken Borsten bewaffnet. Zu dieser Kaufunktion sind starke und lange Glieder besser geeignet als kurze. Der Verschmelzung der Gliedringe entspricht die völlige Rückbildung der Muskulatur des Ischiopoditen (vergl. W. Schmidt Seite 225 u. 230, ferner Fig. 20).

Die Gehfüße (Peräopodien).

Die fünf hinteren Thoraxfüße sind nach Verlust des Exopoditen ihrer Funktion entsprechend umgewandelt zu Gehfüßen (vergl. Abbild. 2, 4). Sie zeigen den Typus des siebengliedrigen Stabbeines mit Ausnahme des ersten Peräopoden, des Scherenfußes (Abb. 23a), bei welchem der Basipodit und Ischiopodit miteinander verschmolzen sind.

Die drei vorderen Peräopodien unterscheiden sich von den beiden hinteren durch das Vorhandensein von Scheren (vergl. Fig. 2, 4). Dieselben kommen dadurch zustande, daß der Propodit, auch Handglied genannt, einen unbeweglichen, fingerähnlichen Fortsatz nach vorne entsendet, der mit dem beweglichen Dactylopodit (D, Fig. 23a) zusammen eine Zange bildet. Der bewegliche Finger (D) ist in der Regel ein wenig länger als der feststehende Propoditfortsatz.

Der Scherenfuß.

Der Scherenfuß übernimmt die Funktion, die Nahrung zu ergreifen und vielleicht in gröbere Stücke zu zerreißen. Außerdem ist er durch seine ungewöhnliche Größe und die Ausbildung eines kräftigen Muskelapparates (vergl. W. Schmidt, Fig. 22) eine vortreffliche und gefürchtete Waffe. Die Zangenäste tragen an ihren Innenkanten zahlreiche kleine und einzelne größere zahnähnliche Höcker und biegen an ihren spitzen Enden nach innen um (vergl. Abbild. 23a). Sie zeigen ferner auf der rechten und linken Seite öfters einen asymmetrischen Bau.

Die unterschiedliche Gestalt des Scherenfußes bei den einzelnen Individuen wird neben anderen Merkmalen zur Bestimmung der Krebs-Varietät benutzt. Bei Potamobius astacus zum Beispiel (Abbild. 1a) sind die Scherenfüße im Verhältnis zur Körperlänge weit kürzer als bei Potamobius leptodactylus (Abbild. 1c). Auch die gekrümmten Scherenäste bei Potamobius astacus und deren starke innere Zahnleisten sind deutlich zu unterscheiden von den riesenhaften Chelae bei Potamobius leptodactylus (Abbild. 1c) und dessen schwächeren, geraden und gleichmäßig gezähnten Zangenästen.

(Auf die Bewegung und Gelenkmechanik werde ich weiter unten zu sprechen kommen.)

Zweiter und dritter Gehfuß.

Die zweiten und dritten Gehfüße (Fig. 24a) zeigen genau denselben Bau wie die Scherenfüße, nur in bedeutend kleineren Proportionen. Außerdem sind Basipodit und Ischiopodit nicht miteinander verschmolzen.

Vierter und fünfter Gehfuß.

Die beiden hinteren Peräopodien entsprechen in ihrer Gestalt den beiden vorangehenden, scherentragenden Gehfüßen. Ihr Dactyiopodit ist zu einer spitzen Endklaue modifiziert (Fig. 2, 4, 24 b).

Je nach dem Geschlechtscharakter des Tieres tragen die dritten oder die hintersten Gehfüße an ihren Coxopoditen kleine röhrenförmige Ausstülpungen. Hier münden an den dritten Peräopodien die Oviducte, an den hintersten Schreitfüßen die Vasa deferentia. Nicht selten findet man Abweichungen von dieser Anordnung der Geschlechtsöffnungen, mit welchen meist auch eine anormale oft asymmetrische Bildung der Geschlechtsdrüsen einhergeht. Zahlreiche Fälle sind bereits beobachtet und beschrieben, worauf ich hier nicht näher eingehen kann. Ich verweise daher auf die neuere Arbeit von Hase (vergl. Zool. Anz. Bd. XLV, Seite 207–219) und die daselbst angegebene Literatur.

c) Die Gliedmaßen des Abdomens.

In der einleitenden phylogenetischen Betrachtung (Seite 10) wurde bereits erwähnt, daß das Abdomen den morphologisch ursprünglicheren Teil des Körperstamms darstellt. Dementsprechend haben auch die dazugehörigen Extremitäten den ursprünglichen Charakter der Crustaceengliedmaße in Gestalt des typischen Spaltfußes (Schwimmfußes, Pleopods), Abbild. 25 a, im ganzen beibehalten.

Die Hauptfunktion der Pleopoden besteht in der Ruderbewegung, welche den Krebs beim Vorwärtsschreiten unterstützt. Abweichend hiervon übernehmen die terminalen Gliedmaßen des Abdomens besondere Funktionen und zeigen dementsprechend weitgehendste Modifikationen. So sind die Spaltäste des hintersten (sechsten) Paars (Uropodien, Fig. 27, 28) umgewandelt zu breiten Ruderplatten, welche zusammen mit dem Telson den Schwanzfächer bilden. Ferner finden wir bei den Männchen eine Umwandlung der beiden vorderen Pleopodenpaare zu Kopulationsorganen (vergl. Abbild. 25 b, 26 a u. b), während bei den Weibchen das erste Schwimmfußpaar rudimentär wird (vergl. Abbild. 7) und öfters gänzlich fehlt.

Die dritten, vierten und fünften Pleopodien.

Es empfiehlt sich der Übersicht halber, mit der Beschreibung der dritten, vierten und fünften Pleopodien zu beginnen, da hier der Typus des Spaltfußes am deutlichsten erhalten ist (vergl. Abbild. 25 a).

Der Protopodit besteht aus dem verhältnismäßig langen und starken Basipodit (B) und dem kürzeren, rudimentären Coxopodit (C), welcher in Gestalt eines schmalen, nicht völlig geschlossenen Chitinrings zu erkennen ist und nur von einem einzigen Muskel (dem Remotor pedis spurii) bewegt wird (vergl. W. Schmidt, Fig. 23 rem.).

Der längere Endopodit (En) und der ein wenig kürzere Exopodit (Ex) stellen vielgegliederte Spaltäste dar und sind an ihren lateralen Flächen mit zahlreichen gefiederten Schwimmborsten besetzt. Diese vergrößern die Ruderfläche der Schwimmfüße und dienen bei den Weibchen zu Anheftungsstellen der Eier (vergl. Abbild. 4).

Der proximale Gliedring sowohl des Exo- wie Endopoditen sind wesentlich größer als die distalen Ringe, welche (vergl. Abbild. 25 a) nicht völlig geschlossen in Gestalt von Halbringen die Spaltäste stützen und so eine weitgehendste, vielseitige Bewegungsmöglichkeit zulassen.

Die Gliedringzahl der Flagellen der Spaltäste ist keine konstante, zumal die Halbringe öfters miteinander verschmelzen. Sie schwankte bei den von mir daraufhin untersuchten Krebsen, je nach der Größe des Individuums und dem Geschlechtscharakter, zwischen 16 und 45.

Die ersten und zweiten Pleopodien.

Die ersten und zweiten Pleopodien erfahren bei den Weibchen und Männchen unterschiedliche Modifikationen (vergl. Abbild. 2 u. 4).

Während die zweiten Schwimmfüße des Weibchens völlig dem soeben geschilderten Typus der mittleren Pleopodien gleichen, sind die ersten meistens stark reduziert. Sie zeigen (vergl. Abbild. 7) noch schwach angedeutet einen Protopoditen, an welchem nur eine geringelte Geißel ansitzt, vermut-

lich der reduzierte Endopodit. Öfters fehlt der verkümmerte Pleopod auf der rechten oder linken Seite, während der erhaltene asymmetrische als dünner und kurzer Faden kaum zu erkennen ist. In vielen Fällen fehlen beide ersten Pleopodien.

Eine weitgehendere Umgestaltung erfahren die beiden vorderen Schwimmfußpaare bei den Männchen (vergl. Abbild. 2). Dabei leiten die Gliedmaßen des zweiten Abdominalsegments (Abbild. 26 a u. b) gewissermaßen über von dem Typus des Schwimmfußes (Fig. 25 a) zu der Röhrenform des ersten Pleopodenpaares (Fig. 25 b).

Der Coxopodit (C) behält seine rudimentäre Gestalt, während der Basipodit (B) bedeutend an Länge zunimmt und beginnt, sich zweiseitig abzuplatten (vergl. Abbild. 26 a).

Der Exopodit (Ex) verliert zwar an Größe und Stärke, gleicht jedoch in seiner Gestalt dem Exopodit des typischen Schwimmfußes (vergl. Abbild. 25 a, 26 a, Ex).

Weit komplizierter gestaltet sich dagegen die Umwandlung des Endopoditen (En). Die proximale Hälfte desselben (En[p]) plattet sich zweiseitig ab und erreicht unter wesentlicher Verbreiterung annähernd den Umfang des Basipoditen (B). Die distale Hälfte (En[d]) bewahrt ihre ursprüngliche geringelte Spaltastgestalt, erscheint jedoch, ähnlich wie der Exopodit (Ex), reduziert. An der Übergangsstelle der proximalen Hälfte (En[p]) in die distale (En[d]) entsendet die erstere distalwärts einen breiten, ebenfalls abgeplatteten Fortsatz (En[pr]). (Ähnliche Verhältnisse haben wir bereits bei dem Propodit und Dactylopodit der Schere kennen gelernt.)

Der Fortsatz (En[pr]) ist auf der Innenseite weniger stark chitinisiert und wie eine Papiertüte eingerollt. Seine vordere Fläche, sowie diejenige der proximalen Endopodithälfte (En[p]) zeigt eine seichte, längsgerichtete Einsenkung. Beides zusammen bildet eine Rinne, welche an ihrem distalen Ende durch die Einrollung fast überdeckt und geschlossen wird.

Die ersten Pleopodien des Männchens (Abbild. 25 b) bestehen aus einem einzigen, langen Gliede, welches an dem proximalen Ende stark chitinisiert ist. Nach dem distalen Ende zu wird das Chitin schwächer, und die ganze Extremität flächenhafter. Die distale Partie rollt sich ein und bildet auf diese

Weise eine Röhre (vergl. Abbild. 25b), welche die Funktion übernimmt, die Spermatophoren von den Öffnungen der Vasa deferentia (Fig. 2) nach den weiblichen Geschlechtsöffnungen (Abbild. 4) hinzuschieben. Dabei legt sich der distale rinnenförmige Endopodit des zweiten Pleopodenpaares als Hilfspenis (Abbild. 26a u. b) vor den distalen, nicht gänzlich zur Röhre geschlossenen, gewundenen Teil des Penis (Abbild. 25b).

Obwohl der Hilfspenis (Abbild. 26a u. b) gewissermaßen vom Schwimmfußtyp zu dem Penis (Abbild. 25b) überleitet, läßt sich doch mit Sicherheit nichts über die Entstehung des letzteren aus ursprünglichen Pleopodengliedern sagen. Wahrscheinlich ist nach Verlust des Exopoditen (Ex, Abbild. 26a u. b) und der distalen Endopodithälfte (En[d]) eine Verschmelzung von Basipodit und Endopodit, sowie eine weitere Modifikation durch Einrollung eingetreten.

Die Uropoden.

Die Extremitäten des letzten Abdominal-Segments, die Uropoden (Up, Abbild. 1b, 27, 28), zeigen einen ungegliederten Protopodit (Pt) und an Stelle der geringelten Spaltäste breite Ruderplatten (En und Ex). Der Exopodit (Ex) ist größer als der Endopodit (En) und durch die Quernaht (f Ex) in zwei Glieder geteilt. An dem distalen Rand des proximalen Exopoditgliedes sitzen mehrere kleine und größere Dornen, von denen in der Regel die beiden lateralen (spf, Abbild. 28) besonders stark ausgeprägt sind. Die Ränder beider Spaltäste tragen einen dichten Borstensaum.

Das Telson.

Das Telson (t, Abbild. 1b) bildet, wie bereits erwähnt, zusammen mit den Uropoden den Schwanzfächer. Es ist ungeteilt und trägt auf der ventralen Fläche den After (vergl. Abbild. 2, 4). Auf der Dorsalseite (Abbild. 1, 3) sind einzelne symmetrisch angeordnete, seichte Furchen zu erkennen, welche teils in der Längsrichtung, teils quer verlaufen. Letztere endigen an den lateralen Kanten des Telson in spitzen Dornen.

Bezüglich der Frage, ob das Telson als Anhang des sechsten Abdominalsegments oder als ein besonderes siebentes Segment

zu werten ist, haben die neuesten Untersuchungen der Muskulatur (W. Schmidt) und des Nervensystems (W. Keim) bemerkenswerte Resultate ergeben. Bei W. Schmidt findet sich Seite 246 folgende Betrachtung: „Zwei Ansichten stehen sich gegenüber; die eine wird von Huxley vertreten, der das Telson nicht als ein siebentes Abdominalsegment, vielmehr als einen unpaaren Anhang des sechsten Segmentes betrachtet. Er setzt sich damit in Gegensatz zu der von Milne Edwards aufgestellten Hypothese, daß das Telson ein zwar rückgebildetes, aber echtes Abdominalsegment sei. Auf Grund der starken Ausbildung des Telsons fand diese Ansicht eine fast allgemeine Anerkennung.

Wie wir schon in unseren einleitenden Betrachtungen gesehen haben, ist die Extremitätenmuskulatur segmental angeordnet, d. h. sie beschränkt sich stets auf ein einziges Segment. Wenn wir daher jetzt sehen, daß die Muskulatur der Uropoden nicht nur in dem sogenannten sechsten Abdominalsomite, sondern auch im Telson seinen Ursprung nimmt, so müssen wir zweifellos zu der Ansicht Huxleys kommen, daß das Telson nicht als selbständiges siebentes Segment, sondern nur als ein beweglicher Teil des sechsten Segments zu werten ist. Hingewiesen sei auch noch darauf, daß die Ausbildung der Stammesmuskulatur uns diesen Gedanken ebenfalls nahe gebracht hat."

Dieser Ansicht entspricht ferner der Befund bezüglich des Nervensystems (vergl. W. Keim, Seite 535, Kapitel „Schwanzganglion"):

„Dieses letzte Ganglion (Ganglion postabdominale) ist etwas stärker als die besprochenen Abdominalganglien, aus ihm entspringen elf Nerven, die die Uropoden und das Telson mit Nerven versorgen..." (vergl. W. Keim, Abbild. 26).

Auf Grund dieser Befunde dürfte das Telson mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit als Anhang des sechsten Abdominalsegments anzusehen sein. Es bildet zusammen mit den Uropoden den Schwanzfächer (Abbild. 1 a u. b), welcher die Funktion übernimmt, durch Schlagen gegen das Wasser eine rasche, stoßweise Rückwärtsbewegung zu erzeugen. Hierbei beteiligt sich das Abdomen durch kräftige, wiederholte Beugung.

D. Sehnenbildungen.

In enger Beziehung zu den Muskeln steht die Bildung von Sehnen, welche von W. Schmidt eingehend untersucht und beschrieben wurde.

Alle Muskeln inserieren mittels mehr oder weniger stark ausgeprägten Chitinsehnen, die nicht unmittelbar an den Rändern der Glieder, sondern an der Gelenkhaut angreifen. Es genügt, an dieser Stelle auf die Sehnen der größten und stärksten Muskeln genauer einzugehen, um zu zeigen, wie bei ihnen eine entsprechend weitgehende Sehnenbildung stattfindet.

Kleinere Sehnen sind z. B. auf den Abbild. 11 und 23a zu erkennen. Ferner haben wir bei der Besprechung der Mandibeln (vergl. Abbild. 19a, 20b, 12) bereits die weit größere Sehne (addps) des Muskulus adductor posterior kennen gelernt (vergl. W. Schmidt, Fig. 14, 15).

Die größte und kräftigste aller Sehnen tritt uns entgegen im Propodit des Scherenfußes (Abbild. 23b). Dem kräftigen Adduktorenmuskel (vergl. W. Schmidt, Abbild. 22) entspricht hier eine ziemlich stark chitinisierte Sehne in Gestalt der langen und breiten Platte (add_5s, Fig. 23b). Weniger umfangreich sind die Sehnen abd_5s, $prod_4s$, abd_3s und add_3s.

E. Gelenke und Gelenkmechanik.

Einleitung.

Die Gelenke und die Gelenkmechanik der Arthropoden, besonders der Crustaceen und der Malacostraken, haben schon früh die Aufmerksamkeit der Zoologen auf sich gelenkt. Die erste Beschreibung der Gelenke ist in einer Dissertation von C. E. Hasse (1833) enthalten. Weit wertvoller sind die Arbeiten von K. Langer (1860) und V. Graber (1877), welche die Grundlagen aller späteren Forschungen bilden. Auch Huxleys Untersuchungen über das Skelett des Krebses brachten manchen Fortschritt, doch war das Thema auch dann bei weitem nicht erschöpft. Erst die Arbeiten von List aus den Jahren 1895–1897: „Morphologisch-biologische Studien über den Bewegungsapparat der Arthropoden" haben bezüglich der Gelenke und Gelenkmechanik der Arthropoden, ganz besonders von Potamobius astacus, zum jetzigen Stand unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete geführt.

Das Studium der Gelenkmechanik und des Bewegungsapparates erfordert zur bestimmten Definition der Bewegungsmöglichkeiten eine genaue Kenntnis der mathematischen Disziplinen. Diese Tatsache erschwert die eingehende Behandlung des Themas derart, daß Huxley mit vollem Recht sagen konnte: „Es würde wahrscheinlich auch einen guten Mathematiker in Verlegenheit setzen, sollte er genau angeben, welche Stellung man jedem Segmente geben müßte, um die Schere aus einer gegebenen Stellung in eine andere zu bringen." Durch diese Worte werden die großen Verdienste, welche sich List um die Kenntnis der Gelenke und die Physiologie des Bewegungsapparates später erworben hat, ins rechte Licht gesetzt. Ich verweise daher auf den ersten Teil der oben erwähnten List'schen

Arbeit, welcher sich speziell mit dem Flußkrebs beschäftigt, zumal die Nachprüfung nur die daselbst gefundenen Resultate bestätigen konnte, und beschränke die folgenden Bemerkungen auf die Hauptpunkte.

Die Gelenke.

Primitive Gelenke.

Im allgemeinen gilt für die Crustaceen der Satz, daß kurze und weniger stark chitinisierte Extremitäten, sowie alle Anhänge des Körpers und rudimentäre Gliedmaßen meist nur einfache Gelenke besitzen. Dies trifft z. B. für die Pleopoden, besonders die rudimentären ersten Paare des Weibchens zu, sowie für die Flagellen der beiden Antennenpaare und für andere mehr. Ein typisches Beispiel bietet das dritte Schwimmfußpaar (vergl. Abbild. 25a). Der Protopodit und die beiden Spaltäste sind in verhältnismäßig kurze Glieder geteilt. Zwischen je zwei Ringen spannt sich die zarte Gelenkhaut aus und läßt die Bewegung der einzelnen Glieder in gleicher Richtung zu. Ferner zeigen kurze Gliedringe wie z. B. der Coxopodit (C) und die Ringe der Flagellen die Tendenz, sich in Halbringe zu teilen, sie liegen auf diese Weise wie die Schuppen eines Panzers der Gelenkhaut auf und stützen sie, ohne die Bewegungsmöglichkeit stark zu beeinträchtigen.

Solche primitive Gelenke habe ich bei der Untersuchung der Entomostrakengelenke fast ausschließlich gefunden. Wir sehen, daß auch bei den Malacostraken und zwar bei ihnen an den ursprünglicher gebauten Abdominalgliedmaßen ähnliche primitive Gelenkverbindungen auftreten. Sie gleichen, da sie eine Bewegung nach allen Richtungen zulassen, in ihrer Wirkung den Kugelgelenken, ohne jedoch durch Bildung von Angelpunkten mechanisch bestimmt zu sein.

Scharniergelenke.

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn größere und stärker chitinisierte Glieder, z. B. die umfangreichen Segmente des Abdomens oder die Glieder der Thoracopodien

gegeneinander bewegt werden sollen. Die Mechanik solcher Bewegungsapparate setzt höhere Gelenkformen voraus, welche nicht wie die oben beschriebenen unbestimmt, sondern bestimmten mechanischen Gesetzen unterworfen sind.

Über die Bildung solcher Gelenke fehlen bis jetzt noch genauere Untersuchungen, doch nehmen die meisten Autoren an, daß dieselben durch Einknickung des röhrenförmigen Stabbeines zustandekommen.

Die schematische Abbildung 30 zeigt zwei aneinanderstoßende Glieder eines Röhrenfußes. Zwischen beiden spannt sich die weiche Gelenkhaut (Ha) aus, welche durch die Annäherung der Gliedränder in der Mittellinie auf ein Minimum reduziert wird. Hier kann durch Ausbildung einer Art von Gelenkkopf und Gelenkpfanne eine gewisse Modifikation bewirkt werden. Solche Angelpunkte erscheinen als Bildungen höheren Grades und treten in der Regel zwischen je zwei Gliedern paarig auf in einer zur Einknickungsrichtung senkrechten Ebene. Die Beugung der Glieder kann dann nur in der zur Gelenkachse (= Verbindungslinie der Angelpunkte) senkrechten Ebene stattfinden, in der Richtung der Achselausschnitte (Ha).

Auf die gleiche Weise sind alle höheren Gelenke, die Scharniergelenke der Malacostraken gebaut. Ein selten schönes und typisches Beispiel hierfür findet sich zwischen Mero- und Carpopodit des Scherenfußes von Maja Squinado (Abbild. 31), welche K. Langer genauer untersucht hat. Wir begegnen hier denselben Verhältnissen, wie wir sie oben an dem Schema auf Abbildung 30 bereits kennen gelernt haben. Nach Öffnung des Gelenkes durch Auseinanderklappen der Glieder P_4 und P_5 sieht man, daß beide in der Richtung der Gelenkachse (ab[a'b']) Fortsätze nach dem Innern der Röhre entsenden. Dieselben tragen auf Seiten des Meropoditen (P_4, Abbild. 31 A) in ihrer Mittellinie je eine Längsrinne, in welche entsprechend verlaufende Leisten der Carpopodit-Fortsätze (Abbild. 31 B) eingreifen. Die Fortsatzbildung bedeutet hinsichtlich der Mechanik lediglich eine Verbreiterung der Gelenkzapfen zu Leisten und der Gelenkpfannen zu Rinnen (vergl. Abbild. 30, 31 A u. B). Durch diese Verbreiterung wird die Gelenkachse nicht mehr

an den beiden Endpunkten, sondern auf eine größere Strecke ihres Verlaufes fixiert und dadurch die sichere Führung des Gelenkes erhöht.

Die Gelenke des Scherenfußes von Potamobius astacus.

Nach diesen einleitenden Beispielen und Betrachtungen folgt die Beschreibung der Gelenke des Scherenfußes, welche wegen ihres Umfanges und ihrer charakteristischen Gestalt ein typisches Beispiel für die Modifikationsfähigkeit des Scharniergelenkes geben.

Das Körpergelenk.

Das Körpergelenk des Scherenfußes wurde bereits bei der Besprechung der thoracalen Sternalfläche (vergl. Abbild. 13) erwähnt. Daselbst liegt die Gelenkhöhle (X) frei und läßt an dem hinteren Ende ihrer medialen Kante den inneren Angelpunkt des Gelenks erkennen. Diesem schräg gegenüber, an dem vorderen Ende der lateralen Kante, liegt der äußere Angel- oder Gelenkpunkt. Daraus geht hervor, daß die Gelenkachse nicht senkrecht zur Sagittalebene, sondern schräg nach vorne gerichtet ist. List hat die Winkel, welche die Körpergelenkachsen der Thoracopodien mit der Symmetrieebene bilden, wie folgt bestimmt (Seite 403):

Scherenfuß:		64°
1. Gehfuß:		52°
2.	„	37°
3.	„	36°
4.	„	83°

(Vergl. ferner List, Tafel XVII, Fig. 14.)

Die Abbildungen 32 a und b zeigen das eröffnete Körpergelenk der Schere mit der Gelenkachse (a b) auf Seiten des X. Körpersegments (Abbild. a) und (a′ b′) auf Seiten des Coxopoditen (Abbild. b). Während die Gelenkpunkte a und b′ durch Einsenkung zwischen je zwei wulstigen Erhebungen Gelenk-

pfannen bilden, haben die beiden korrespondierenden Gelenkpunkte (a′ und b) die Gestalt von Gelenkköpfen. a′ artikuliert in a, b in b′.

Das Gelenk zwischen Coxopodit und Basipodit.

Auf Seiten des Coxopoditen, Abbild. 33a, ist der Gelenkpunkt a angegeben durch eine konkave Einbuchtung, in die der Zapfen a′ des Basipoditen (Abbild. 33b) eingreift. Komplizierter liegen die Verhältnisse an dem Gelenkpunkt b, welcher am Coxopoditen als eine nach außen gerichtete Falte erscheint. Derselben legt sich bei der Artikulation der spitze, nach innen gebogene Fortsatz b′ des Basipoditen auf, während die beiden seitlich und nach außen von b′ gelegenen Wülste an der Außenfläche des Coxopoditen als Führung hingleiten.

Das Gelenk zwischen Basipodit und Jschiopodit

fehlt bei dem Scherenfuß und ist bei den übrigen Gehfüßen von äußerst einfachem Bau.

Das Gelenk zwischen Jschio- und Meropodit.

Der zweiseitig abgeplattete Jschiopodit verbreitert sich (vergl. Abbild. 23a) distalwärts und endet nach dem Meropodit zu mit einer Gelenkhöhle (Fig. 34A), in welche annähernd das proximale Ende des Meropodits hineinpaßt. Die Angelpunkte a b sind zu Falten ausgezogen, in denen die gleichgeformten Gelenkpunkte a′ b′ artikulieren.

Das Gelenk zwischen Mero- und Carpopodit.

Das Gelenk zwischen Mero- und Carpopodit ist ähnlich wie das vorhergehende gebaut. Während der Meropodit sich distalwärts wesentlich verbreitert, übertrifft seine distale Gelenkhöhle die proximale des Carpopodits (Abbild. 35b) so weit an Umfang, daß die letztere in die erstere paßt. Das Gelenk erhält seine sichere Führung durch die Zapfen a′ b′, welche in die Falten a b eingreifen, ohne denselben dicht anzuliegen. Die

Gelenkhaut gewinnt hier durch weite Achselausschnitte (vergl. Ha, Abbild. 30) an Umfang, wodurch die Bewegungsmöglichkeit bedeutend erhöht wird.

Das Gelenk zwischen Carpo- und Propodit.

Das Gelenk zwischen Carpopodit und Propodit ist stark modifiziert. Vergleichen wir zunächst die betreffenden Glieder des Scherenfußes auf Abbild. 23a, so ist deutlich zu erkennen, daß der Carpopodit sich distalwärts stark verbreitert und in seine Gelenkhöhle den weniger umfangreichen proximalen Teil des Propodits aufnimmt. Hier treten bei dem letzteren die Angelpunkte auf Chitinfortsätzen nach außen (vergl. b', Fig. 23a).

Diesem Befund entsprechend sind auch die einander zugekehrten Gelenkflächen der Glieder (Fig. 36a u. b) verschieden groß und können aus diesem Grunde auch keine Angelpunkte tragen. Hier beteiligt sich die Außenfläche der Glieder an der Bildung von Artikulationspunkten, welche von besonderen Fortsätzen getragen werden.

Der Gelenkpunkt a (Fig. 36a) ist ein gebogener Wulst, dessen abgerundete Spitze in die muldenförmige Vertiefung a' (des Propodits) greift. Der korrespondierende geradlinige Gelenkwulst b artikuliert in der entsprechend geformten Mulde b'. Die Sicherheit in der Führung des Gelenks wird erhöht durch Fixierung eines Teils der Gelenkachse längs des Fortsatzes pra (pra ', vergl. Einleitung Gelenk von Maja Squinado und Fig. 31 A u. B). Ferner ermöglicht die starke Ausdehnung der Gelenkhaut eine große Bewegungsfreiheit.

Das Gelenk zwischen Pro- und Dactylopodit.

Das letzte Scherenfußgelenk zeigt den typischen Charakter des Scharniergelenks (vergl. Abbild. 37a u. b). Die proximale Gelenkhöhle (37a) umschließt die distale Gelenkfläche (37b). Ferner sind die Angelpunkte zu Artikulationsrinnen (a u. b) und -Leisten (a' u. b') ausgezogen und fixieren auch hier einen Teil der Gelenkachse. Dieselbe teilt die Gelenkhöhle in je zwei asymmetrische Flächen (Abb. 37a u. b).

Die Mechanik der Gelenke.

Gelegentlich der oben besprochenen primitiven und höheren Gelenkformen haben wir die Art und Weise kennen gelernt, in welcher die einzelnen Skelettstücke miteinander in bewegliche Verbindung treten.

Das Grundprinzip läßt sich wie folgt zusammenfassen: Die Stücke des Hautskeletts sind vereinigt durch dünnere, weichere Strecken der Haut, die sogenannten Gelenkhäute. Die Skelettstücke selbst sind Ringe oder Zylinder, manchmal auch Halbringe oder Halbzylinder, die sich mit ihren Rändern in einzelnen Punkten oder Linien berühren. Dabei greift der proximale Gliedring stets über das ihm zugerichtete Ende des distalen. Langer sagt: „Meistens ist die Mündung des einen Gliedes weiter geöffnet als die des andern; die Glieder sind also mehr trichterförmig gestaltet. Die Basen der Trichter sehen immer der Peripherie zu.“ (Gelenkbildung „à tête perforée“.)

Nun kann die Gelenkhaut an zwei gegenüberstehenden Punkten etwas kürzer und straffer sein, sodaß die Drehung um diese beiden Artikulationspunkte geschieht. (Scharniere, Scharniergelenk Abbild. 30). Die Verbindungslinie dieser Punkte gibt dann die Lage der Gelenkachsen an.

Eine erhöhte Festigkeit und Sicherheit kann dadurch erzielt werden, daß an den Angelpunkten des Gelenks Verbreiterungen in Gestalt von Falten oder Auswüchsen angelagert sind, die als Gleitflächen wirken. (Falzscharniere, Langer, vergl. Abbild. 31.)

Die Bewegungsmöglichkeit (Größe des Exkursionswinkels, Verkehrsterrain) ist abhängig von:

1. der Höhe des Achselausschnitts (Ha, Abbild. 30),
2. der Zahl der Gelenke, also Größe der Einzelglieder.
   (List: „je näher die Anfangsglieder eines Beines sind und demgemäß je näher seine Gelenkachsen beieinander liegen, desto freier beweglich ist das Bein.“)
   (Langer: „Bei positiver und negativer Windung der Achsen wird die Beweglichkeit eines Beines noch vergrößert durch die größere Zahl der Gelenke...“),
3. der Richtung der Gelenkachsen zu einander.

Sind die Gelenkachsen einander parallel gerichtet wie bei den Abdominalringen, so ist die Bewegung nur in einer Richtung möglich (hier in der Sagitalrichtung). Stehen dagegen die Gelenkachsen in verschiedenen Richtungen zueinander, d. h. bilden sie verschieden große Winkel miteinander, so kann das Bein je nach der Bewegung einzelner Glieder, mehrerer Gliedringe zusammen oder der ganzen Extremität, in die verschiedensten Lagen gebracht werden. Als Beispiel für eine derartige Lagerung der Achsen wähle ich den Scherenfuß, Abbild. 38. Die Richtung der Gelenkachsen ist an der verschiedenartigen Stellung der einzelnen Stecknadeln deutlich zu erkennen.

Die Summe der Bewegungsmöglichkeiten der einzelnen Gelenke gleicht derjenigen eines Kugelgelenks, nur sind bei dem Scherenfuß die Achsen des Kugelgelenks in die verschiedenen Einzelgelenke übertragen.

Die mathematische Bestimmung der Bewegungsmöglichkeiten bietet einige Schwierigkeiten. Es ist dabei notwendig, die Möglichkeiten in ihre Komponenten zu zerlegen und diese in bestimmte Aufgaben zu formulieren, etwa wie folgt:

Langer: „Die Wege, welche der Endpunkt eines beweglichen Gliedes, oder der Flächenraum, den dieser Endpunkt oder das Endglied eines Beines durchschreiten, oder endlich der Raum, welchen das Endglied eines Beines nach allen Richtungen des Raumes beherrschen, und in welchen es in beliebigen kontinuierlichen Linearkomplexionen verkehren kann, sind zu bestimmen.“ oder List: „Es soll die Artikulation der Füße des Flußkrebses im allgemeinen beschrieben und wenigstens für ein paar Füße möglichst genau angegeben werden, welche Winkel die Ebenen miteinander bilden, in denen die einzelnen Stücke zueinander sich bewegen. Daran ist die Schilderung bestimmter Wege, die von der Spitze des Endgliedes ausgeführt werden, bei feststehendem Basalglied möglichst auf Naturbeobachtung gegründet anzureihen.“ Diese Aufgaben können mit Hilfe der darstellenden Geometrie, sowie der analytischen Geometrie gelöst werden (vergl. List).

Unter Zustimmung zu diesen Aussprüchen möchte ich diesen Abschnitt und damit die hier dargebotene Schilderung des Hautskeletts vom Flußkrebs abschließen.

Literaturverzeichnis.

1. Albert, F., „Das Kaugerüst der Decapoden“ in: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXXIX, Seite 444–536 (1884).
2. Aurivillius, C., „Die Maskierung der oxyrrhynchen Decapoden“ in: Kongl. Svensk. Vetensk. Akad. Handling, Bd. XIII, 4 (1889).
3. Baur, „Über den Bau der Chitinsehnen am Kiefer des Flußkrebses und ihr Verhalten beim Schalenwechsel“ in: Reichert und Du Bois, Archiv (1860).
4. Bernhards, H., „Der Bau des Komplexauges von Astacus fluviatilis“ in: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. CXVI (1916).
5. Bethe, A., „Carcinus maenas mit einem rechten Schreitbein an der linken Abdomenseite“, Leipzig (1896).
6. Biedermann, „Über die Struktur des Chitins bei Insekten und Crustaceen“ in: Anat. Anz., Band XXI, Seite 485.
7. Boas, J. E. V., „Studier over Decapodernes Slaegtskabsforhold“ in: Vidensk. Selsk. Skrifter, Bd. II, pag. 25–162 (1880).
8. Börner, C., „Die Beingliederung der Arthropoden“ in: Sitzungsberichte der Gesellschaft naturf. Freunde, Bd. VII (1903).
   – „Beiträge zur Morphologie der Arthropoden“ in: Zoologica, Bd. XVII, Stuttgart (1904).
9. Brandt, J. F., „Anatomie des Flußkrebses“ in: Mediz. Zoologie, Bd. II, Seite 58–69, Taf. X, XI (1833).
10. Carbonnier, P., „L'Écrevisse“, Paris (1869).
11. Claus, C., „Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen“ in: Arbeiten des Zool. Inst. zu Wien, Bd. VI, Seite 1–108, 7 Tafeln, Wien (1885).
12. Demoor, J., „Recherches sur la marche des Crustacées“ in: Arch. z. Expér. (2), Bd. IX, pag. 477–502 (1891).
13. Dohrn, A., „Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden“ in: Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XX, Seite 597 (1870).
14. Duvernoy, „Des organes extérieures sur le squelette tégumentaire des Crustacées décapodes“ in: Mémoires de l'Acad. des Sciences de l'Inst. de France, Tome XXIII, Paris (1853).
15. Garrod, A., „On the telson of the Macrourous Crustacea“ in: Journ. of anat. and physiol., Bd. V, pag. 271–273 (1871).
16. Gerstaecker, A. und Ortmann, A. E., „Decapoda“ in: Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Bd. V, Abt. 2 (1901).

17. Gerstfeldt, „Über die Flußkrebse Europas“ in: Mémoires de l'Acad. de St. Petersburg (1859).
18. Giesbrecht, W., „Crustacea“ in: Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere (A. Lang), Bd. IV, Arthropoda, Jena (1913).
19. Girard, „Quelques remarques sur l'Astacus fluviatilis“ in: Ann. de la Soc. autom. de la France, Tome VII (1858).
20. Graber, V., „Die Insekten“, München (1877) in: Naturkräfte, Bd. XXI. - „Die äußeren mechanischen Werkzeuge der Tiere“ in: Wissen der Gegenwart, Bd. XLIV.
21. Grobben, „Beiträge zur Kenntnis der männlichen Geschlechtsorgane der Decapoden“ in: Arbeiten des Zool. Instituts zu Wien (1878).
22. Hansen, „Zur Morphologie der Gliedmaßen und Mundteile bei Crustaceen und Insekten“ in: Zoolog. Anzeiger, Jahrg. XVI, Seite 193 -198, 201–212.
23. Hasse, C. E., „Observationes de sceletto Astaci fluviatilis et marini“ in: Dissertationes Lipsiae (1833).
24. Herbst, J. W., „Versuch einer Naturgeschichte der Krabben und Krebse“, Berlin (1782—1804).
25. Herrick, „The development of the American lobster (Homarus vulgaris)“ in: J. Hopkins Univ. Circ., Vol. IX, pag. 67 (1890–1893).
26. Huxley, Ph., „Der Krebs“, Eine Einführung in das Studium der Zoologie, Leipzig (1881).
27. Keim, W., „Das Nervensystem von Astacus fluviatilis“ in: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. CXIII, Heft 4 (1915).
28. Kessler, „Ein neuer russischer Flußkrebs, Astacus colchicus“ in: Bulletin de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou, Bd. L (1876).
29. Korschelt und Heider, „Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere“, Spez. Teil, Heft II, Jena (1892).
30. Korschelt, E., Zoolog. Teil in: „Handwörterbuch der Naturwissenschaften“, Jena (1914).
31. Kroyer, H., „Forsög til en monographisk Fremstilling of Kräbsdyrslägten (Sergestes)“ in: Vidensk. Selsk. Skrifter, Bd. 4, pag. 217 bis 304 (1859).
32. Langer, K., „Über den Gelenkbau bei den Arthrozoen“. Vierter Beitrag zur vergl. Anat. und Mechanik der Gelenke in: Denkschriften der K. Ak. der Wiss. (Math.-nat. Klasse Wien), Bd. XVIII (1860).
33. Leach, W. E., „Malacostraka podophtalma Britanniae“, London (1817 bis 1821).
34. Leydig, F., „Zum feineren Bau der Arthropoden“ in: Müller's Archiv (1855).
35. — „Über Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten“ in: Müller's Archiv (1860).
36. — „Begattungszeichen des Flußkrebses“ in: Zoolog. Anzeiger, Bd. XII, Seite 673–675 (1889).

37. List, Th., „Morphol.-biolog. Studien über den Bewegungsapparat der Arthropoden".
I. Teil: „Astacus fluviatilis" in: Morph. Jahrbuch, Bd. XXII, Seite 380, Leipzig (1895).
II. Teil: „Die Decapoden" in: Mitteil. der Zoolog. Station zu Neapel, Bd. XII, Berlin (1897).
38. Milne-Edwards, H., „Histoire naturelle des Crustacées" in: Annales des Scienc. nat., Tome II, Paris (1834).
— „Observations sur le squelette tégumentaire des Crustacées décapodes et sur la morphologie de ces animaux" in: Annales de Scienc. nat., Tome 16, Paris (1851).
39. Morgan, C., „On the structure and function of the hairs of the Crustacea" in: Annales of. nat. hist. III. ser., pag. 59–61 (1858).
40. Müller, F., „Die Putzfüße der Kruster" in: Kosmos, 4. Jahrg., Seite 148–152, Leipzig (1880).
41. Neuwyler, „Anatomische Untersuchungen über den Flußkrebs" in: Verhandlungen der Schweizer naturf. Gesellschaft, Bd. XXVI, Seite 176 bis 185, Zürich (1843).
42. Packard, A., „On the homologies of the Crustaceen limb" in: Amer. Naturalist, Bd. XVI, pag. 785–799 (1883).
43. Pfeffer, G., „Beiträge zur Morphologie der Decapoden" in: Abhandlung aus dem Gebiete der Naturw., Bd. 9 1, 2, 10, Hamburg (1886).
44. Reichenbach, H., „Die Embryonalanlage und erste Entwicklung des Flußkrebses" in: Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. XXIX, Seite 123 bis 196, 263–266 (1877).
45. — „Studien zur Entwicklungsgeschichte des Flußkrebses" in: Abhandlungen der Senckenberg. naturf. Gesellschaft, Bd. XIV, Seite 1–137 (1886).
46. Roesel, Joh., „Der Flußkrebs hiesigen Landes mit seinen merkwürdigen Eigenschaften" in: Monatl. herausgegebene Insekt.-Belustigung, Th. III, Seite 305–350 (1755).
47. Schmidt, W., „Die Muskulatur von Astacus fluviatilis" in: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. CXIII, Heft 2, Leipzig (1915).
48. Suckow, Fr. W., „Der Flußkrebs (Astacus fluviatilis)" in: Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Insekten und Krustentiere, Bd. I, Heft 1, Heidelberg (1818).
49. Thallwitz, S., „Decapoden-Studien" in: Abhandlungen und Berichte der K. zool. und anthrop. ethnol. Museum zu Dresden, Bd. III, Berlin (1886/87 und 1890/91).
50. Thiele, Joh., „Betrachtungen über die Phylogenie der Crustaceenbeine" in: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 82 (1905).
51. Tullberg, Th., „Studien über den Bau und das Wachstum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen" in: Svensk.-Vetensk. Akad. Handl. Bd. XIV, Nr. 3 (1882).
52. Valentin, G., „Über die Organisation des Hautskeletts der Crustaceen" in: Report. für Anat. und Physiol., Bd. I, Seite 122–126 (1837).

53. Vitzou, Al., „Recherches sur la structure et la formation des téguments chez les Crustacées décapodes“ in: Arch. de zool. expérim., Vol. X, pag. 465–576, Paris (1882).
54. Zenker, W., „System der Crustaceen“ in: Archiv für Naturgeschichte (1854).

Literaturverzeichnis zum Kapitel Nomenklatur.

1. Agassiz, L., „Nomenclator zoologicus“, Soludri 1842–1846, pag. 4, 24.
2. – „Nomenclatoris Zoologici Index Universalis“, Soludri 1848, pag. 884.
3. Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie“, 1917.
4. Fabricius, J. C., „Supplementum Entomologiae System.“, Hafniae 1798, pag. 382 (desgl. 1775).
5. Gerstaecker, A., „Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs“, Bd. V_2, Seite 1140, Leipzig (1901).
6. Hertwig, R., „Lehrbuch der Zoologie“, 1916.
7. Huxley, T. H., „Der Krebs“, Leipzig 1881.
8. Korschelt, E., Zoologischer Teil des „Handwörterbuch der Naturwissenschaften“, Jena 1914.
9. Leach, W. E., „Malacostraca Podophthalma Britanniae“, London 1815 bis 1875 (1819).
10. – „New arrangement of the Crustacea, Myriap. a. Arachnoidea, London 1815.
11. Linné, C., „Systema naturae“ (Editio decima), Leipzig 1758.
12. Roesel, A. J., „Der monatlich herausgegeb. Insekten-Belustigung“, III. Teil (Tab.), Nürnberg 1755.
13. Schulze, F. E., „Das Tierreich“, Nomenclator.

Erklärung der Abbildungen.

			Seite
Abbildung	1a	Potamobius astacus ♂ (×)	62
„	1b	Erklärungstafel zu 1a	63
„	1c	Potamobius leptodactylus ♂	64
„	2	Potamobius astacus ♂, Ventralansicht	65
„	3	Potamobius astacus ♀	66
„	4	Potamobius astacus ♀ mit Eiern	67
„	5	Sagittalschnitt durch Potamobius astacus (♂) (×)	68
„	6a	Transversalschnitt durch den Thorax (Schema)	69
„	6b	Transversalschnitt durch das Abdomen (Schema)	69
„	7a	Reduzierte erste Abdominal-Extremitäten des ♀	70
„	7b	Dasselbe	70
„	8	Das Körpergelenk zwischen Thorax und Abdomen	71
„	9	Dorsalansicht des Kopfbrustschildes	72
„	10	Innenansicht des Kopfbrustschildes (×)	73
„	11	Sternalregion des Cephalon	74
„	12	Das Endophragmalsystem	74
„	13	Sternalregion und Ventralansicht des Cephalothorax	75
„	14a-c	Schematische Transversalschnitte zur Erklärung des Endophragmalsystems	76
„	15	Augen und Augenstiele (×)	77
„	16a	Schematische Erklärungstafel zu Abbild. 13	78
„	16b	Schematische Erklärungstafel zu Abbild. 12	78
„	17a	Antennule (1. Antenne)	79
„	17b	Antenne (2. Antenne)	79
„	18	Schema einer Thoracalextremität nach Schmidt	80
„	19a	Mandibel (Ventralansicht)	81
„	19b	Zweiter rechter Kieferfuß	81
„	20a	Erster rechter Kieferfuß (×)	82
„	20b	Mandibel (Innenansicht)	82
„	21a	Erste Maxille	83
„	21b	Zweite Maxille	83
„	22	Dritter Kieferfuß	84
„	23a	Der Scherenfuß	85
„	23b	Querschnitt durch den Scherenfuß; Sehnen	85
„	24a	Typus des zweiten und dritten Gehfußes	85
„	24b	Typus des vierten und fünften Gehfußes	85

			Seite
Abbildung	25 a	Typus des Schwimmfußes (dritter Pleopod) (×) . .	86
„	25 b	Typus des Penis (erster Pleopod des Männchens) .	87
„	26 a	Typus des Hilfspenis (zweiter Pleopod des Männchens)	88
„	26 b	Dasselbe, Dorsalansicht	89
„	27	Uropod	90
„	28	Dasselbe, Ventralansicht	90
„	29 a	Körpergelenk des dritten Pleopoden	91
„	29 b	Körpergelenk des dritten Pleopoden	92
„	30	Typus eines Scharniergelenks (Schema) (×) . . .	93
„	31	Gelenk zwischen Meropodit und Karpopodit von Maja Squinado nach Langer (Fig. 1)	93
„	A	Dasselbe Gelenk eröffnet A Meropodit	93
„	B	Dasselbe Gelenk eröffnet B Karpopodit	93
„	32	Das Körpergelenk des Scherenfußes, eröffnet . .	94
„	A	Ansicht von Seiten des Körpers	94
„	B	Ansicht von Seiten des Coxopodits	94
„	33	Gelenk zwischen Coxopodit und Basipodit des Scherenfußes	95
„	A	Auf Seiten des Coxopodits	95
„	B	Auf Seiten des Basipodits	95
„	34	Gelenk zwischen Ischiopodit u. Meropodit des Scherenfußes	96
„	A	Auf Seiten des Ischiopodits	96
„	B	Auf Seiten des Meropodits	96
„	35	Gelenk zwischen Meropodit und Karpopodit (×) .	96
„	A	Auf Seiten des Meropodits	96
„	B	Auf Seiten des Coxopodits	96
„	36	Gelenk zwischen Karpopodit und Propodit . . .	97
„	A	Auf Seiten des Karpopodits	97
„	B	Auf Seiten des Propodits	97
„	37	Gelenk zwischen Propodit und Dactylopodit (×) . .	98
„	A	Auf Seiten des Propodits	98
„	B	Auf Seiten des Dactylopodits	98
„	38	Scherenfuß; Gelenkachsen kenntlich durch Stecknadeln	99

(×) Beschreibung der Abbildung im Text, Erklärung der Abkürzungen am Ende.

Bilder-Anhang.

Fig.1a

Fig.1b

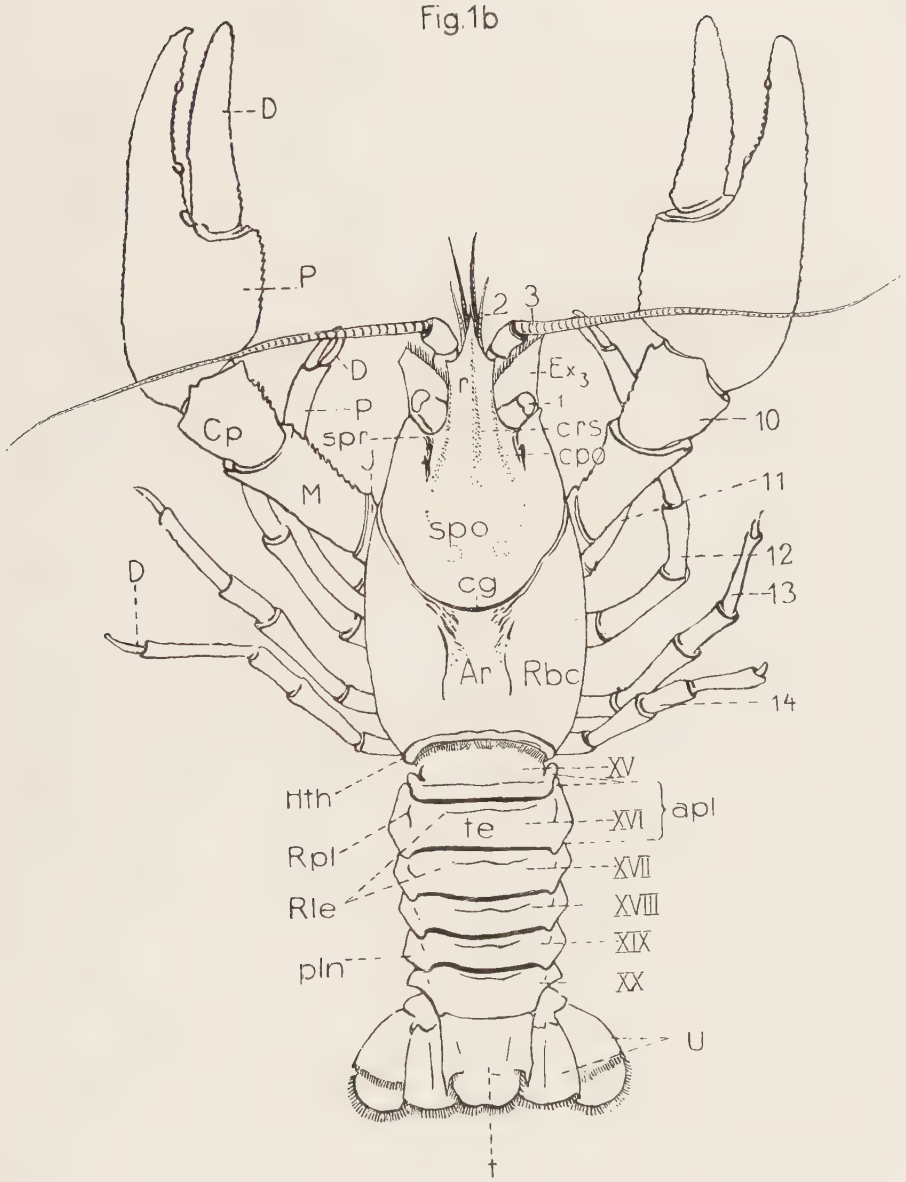

D
P
2
3
D
Ex3
r
P
1
Cp
spr
crs
10
cpo
J
M
11
spo
12
D
cg
13
Ar
Rbc
14
XV
Hth
apl
te
XVI
Rpl
XVII
Rle
XVIII
XIX
pln
XX
U
t

Fig. 1c

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

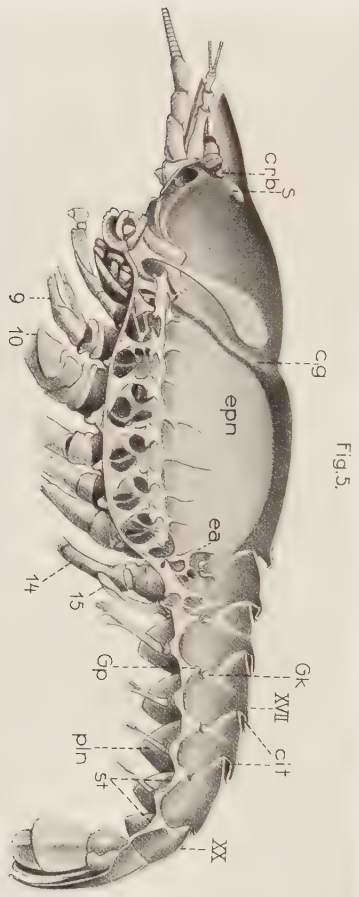


Fig.5.

Fig. 6a

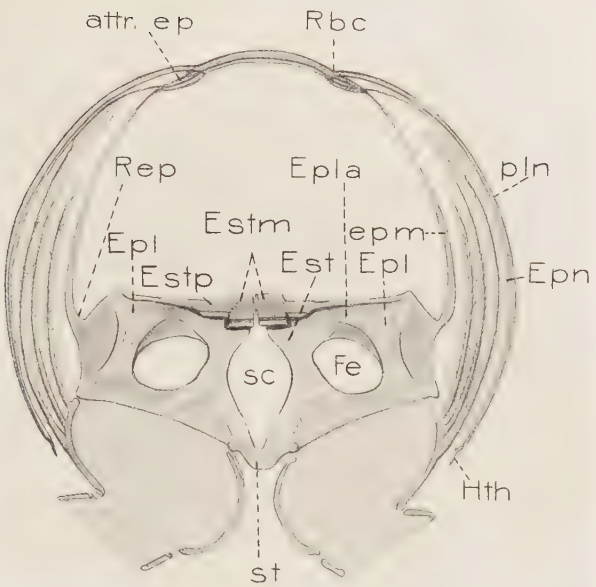

attr. ep
Rbc
Rep
Epla
pln
Estm
epm
Epl
Estp
Est
Epl
Epn
sc
Fe
Hth
st

Fig. 6b

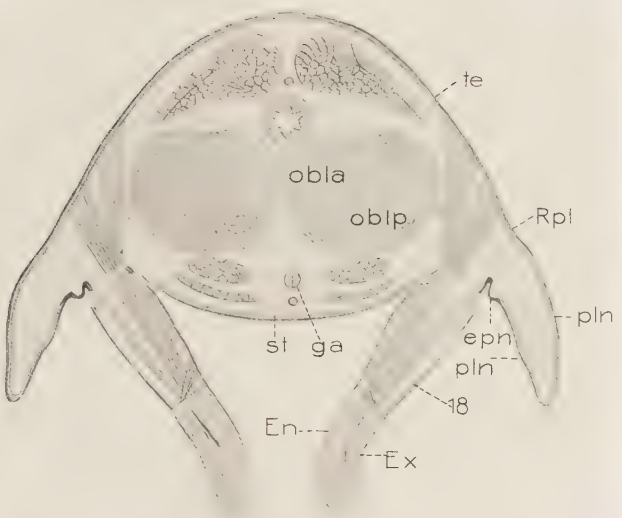

te
obla
oblp
Rpl
pln
st
ga
epn
pln
18
En
Ex

Fig.7a

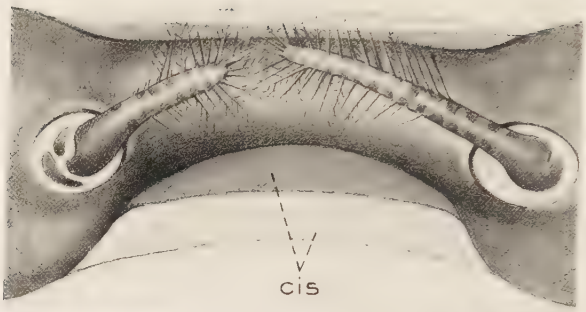


Fig.7b

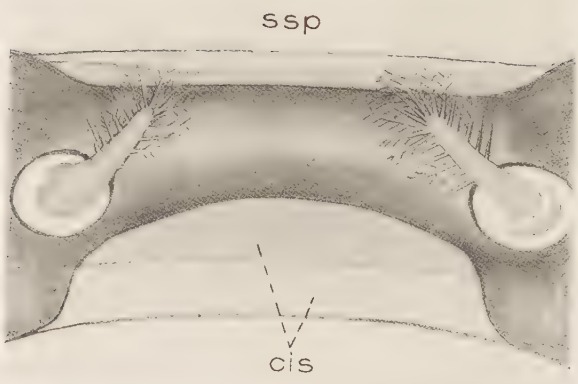


Fig.8

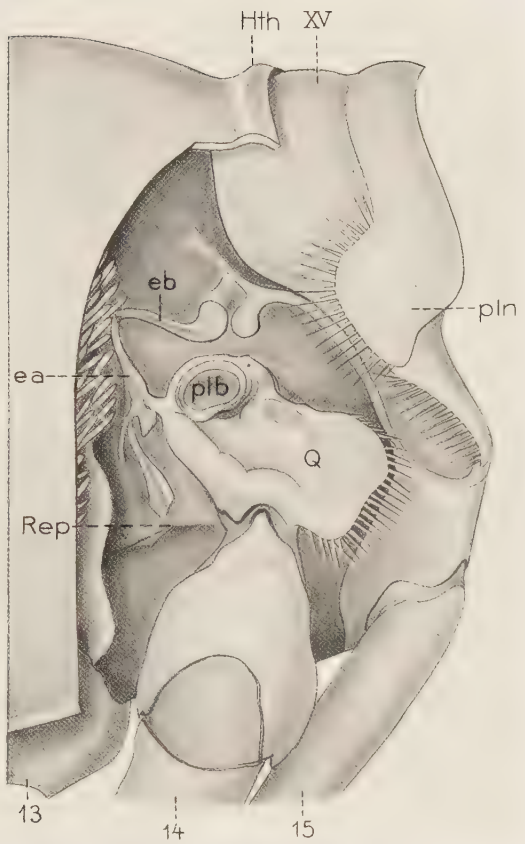


Fig.9

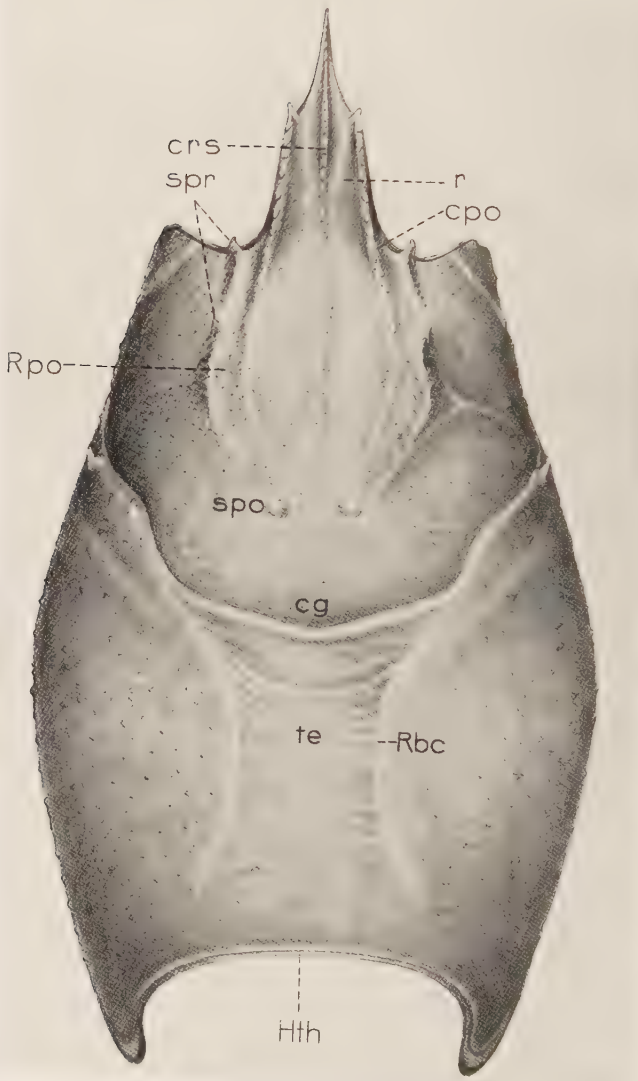


Fig. 10

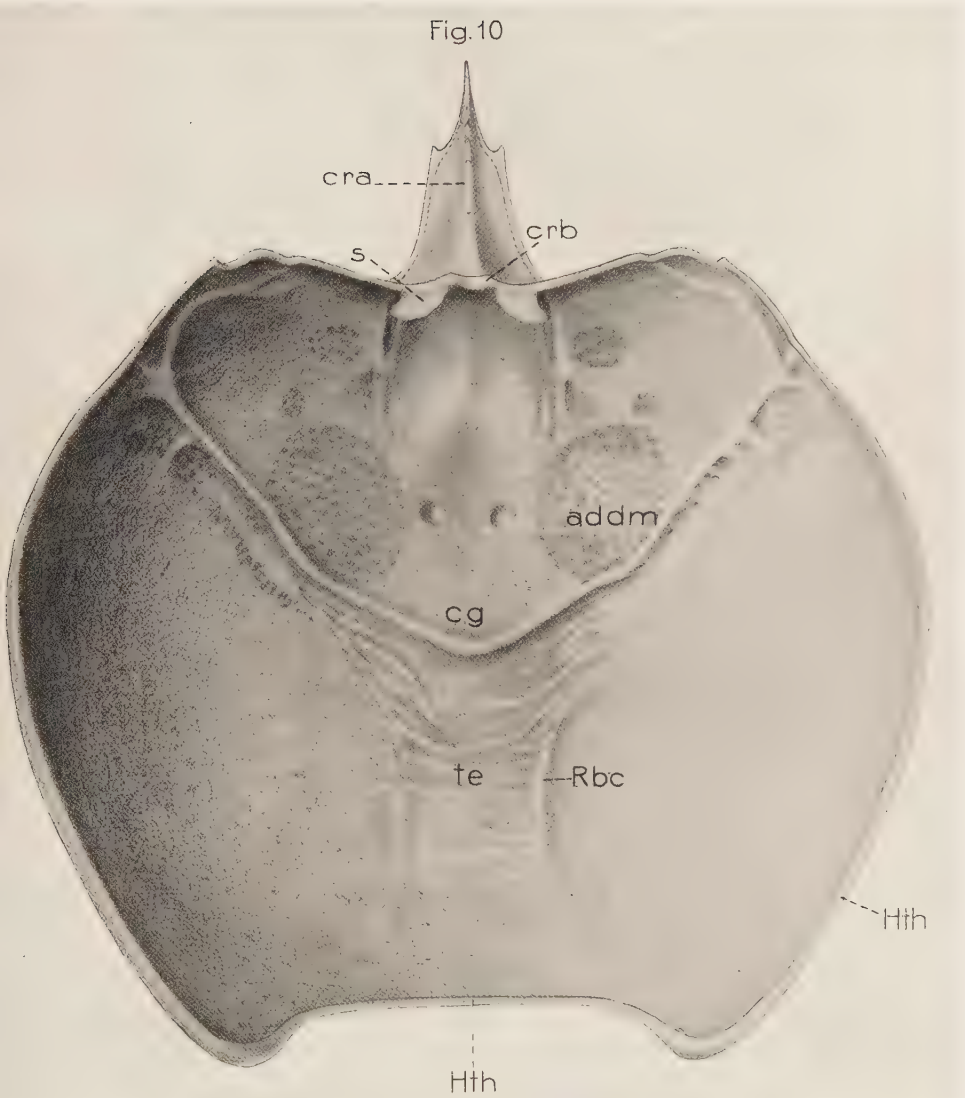


Fig. 11

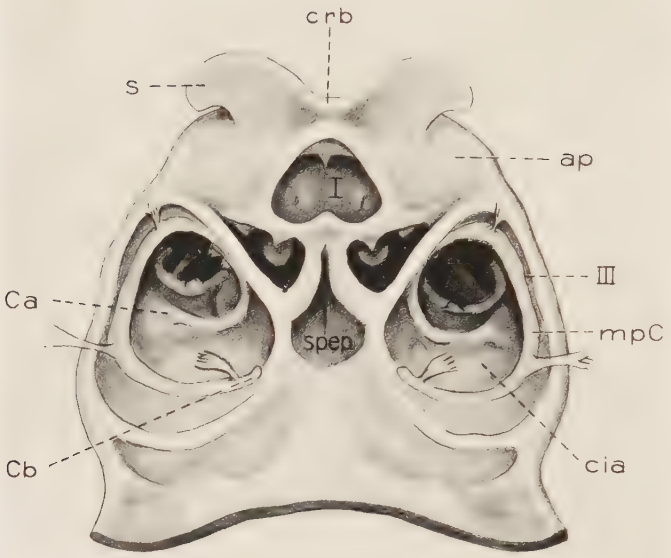

crb
S
ap
I
III
Ca
mpC
spep
Cb
cia

Fig.12

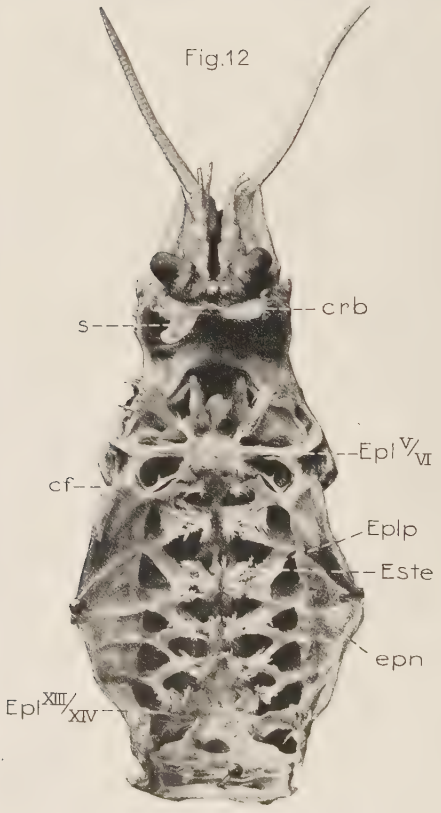

crb
S
Epl V/VI
cf
Eplp
Este
epn
Epl XIII/XIV

Fig.13.

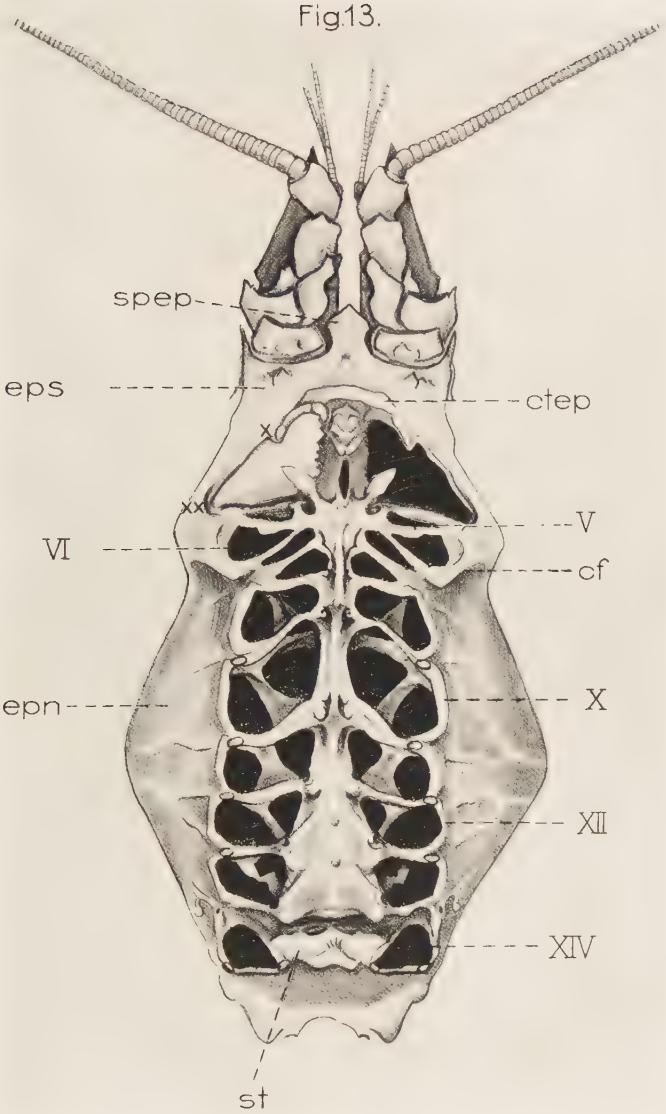


Fig.14a

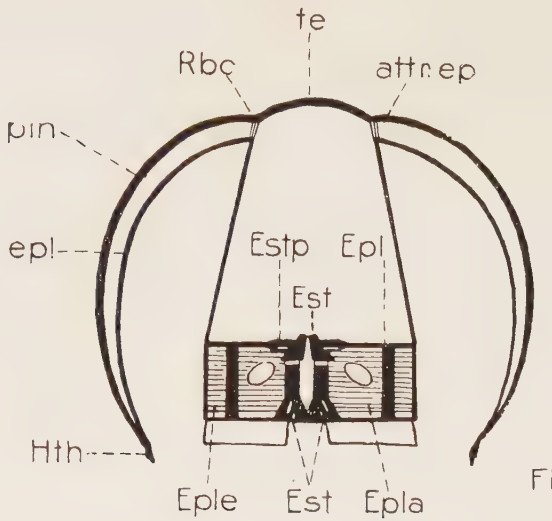


Fig.14b

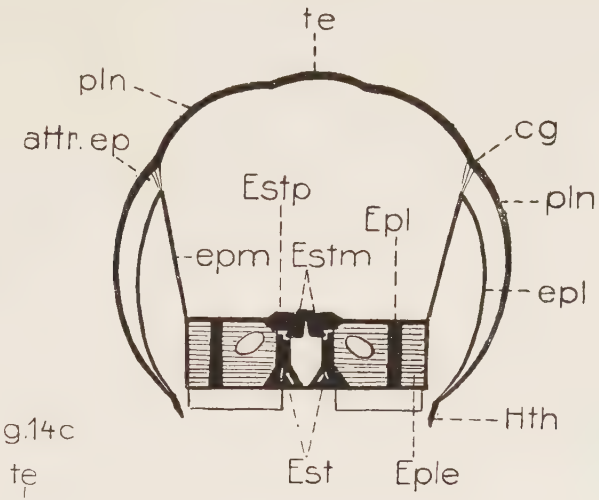


Fig.14c

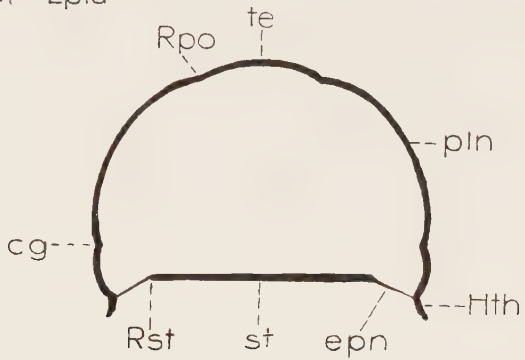


Fig.15

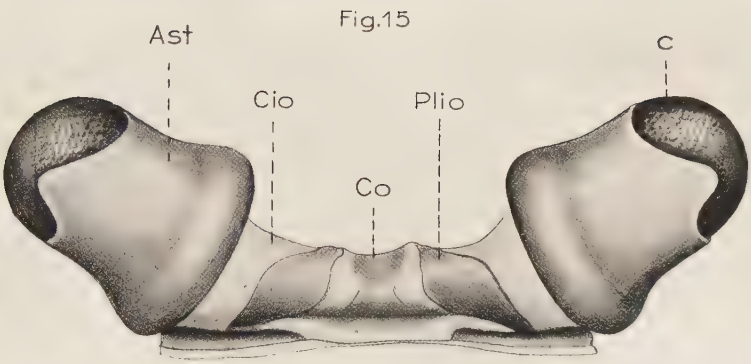


Fig.16a

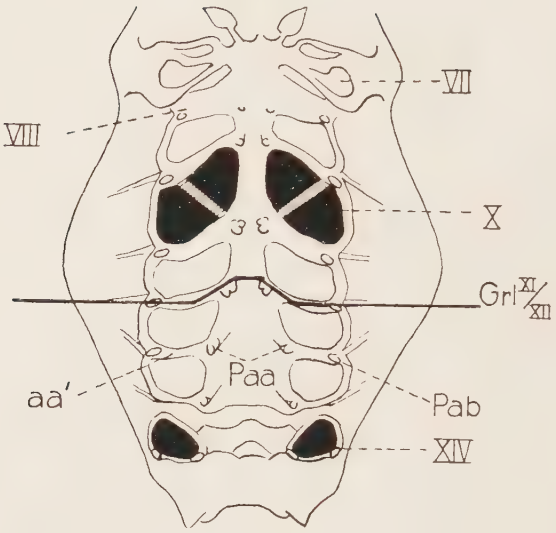


Fig.16b

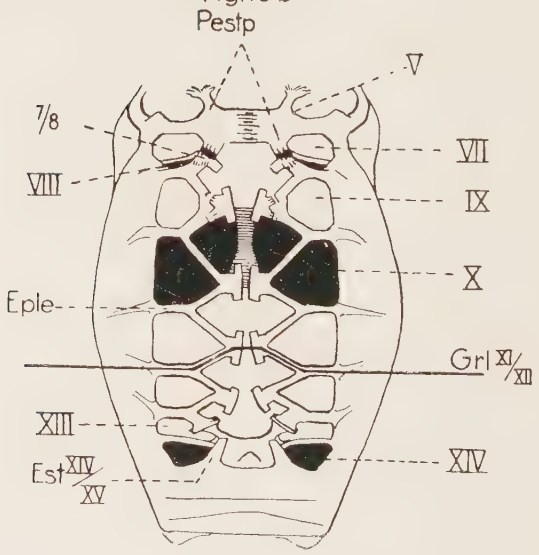


Fig.17a.

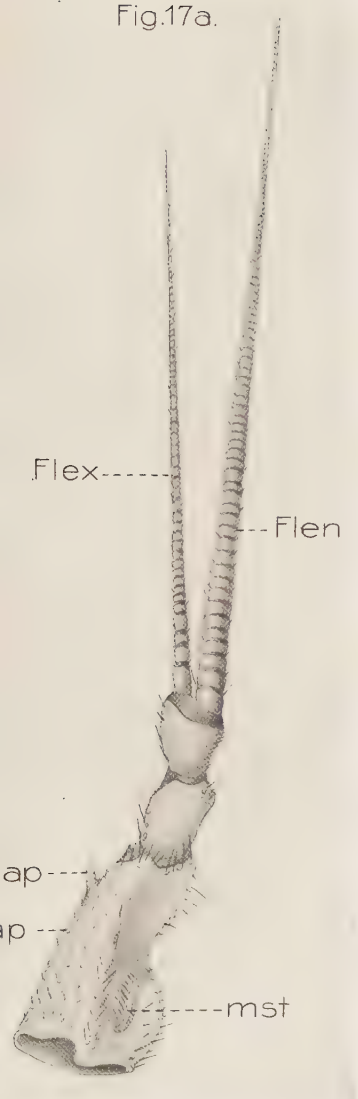
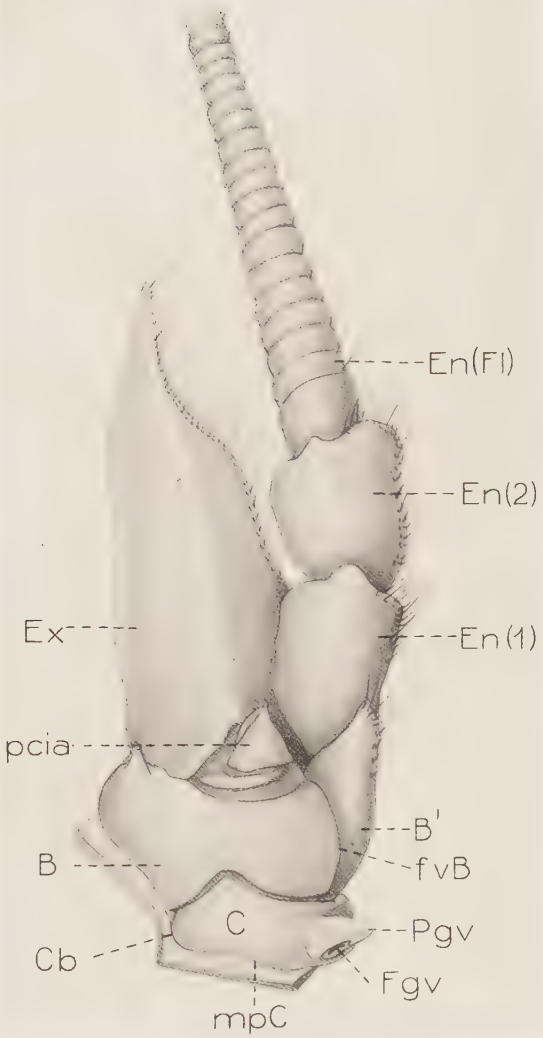
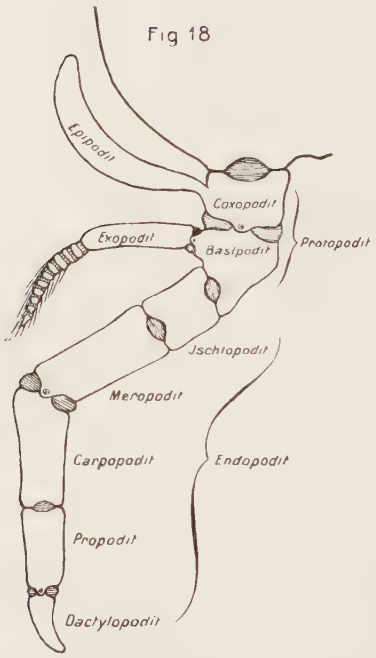


Fig.17b





W. Schmidt. Fig. 8.

Schema einer Thoracalextremität von *Astacus*.

Fig.19a

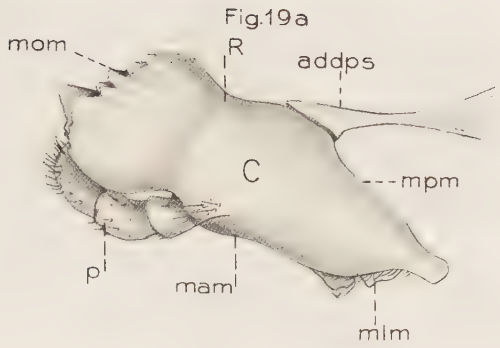


Fig.19b

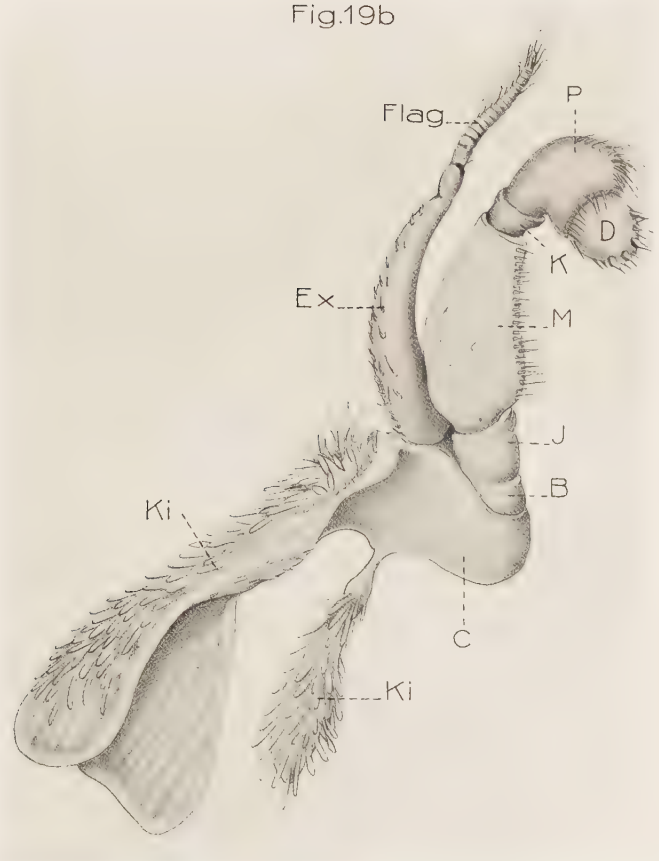


Fig. 20 a

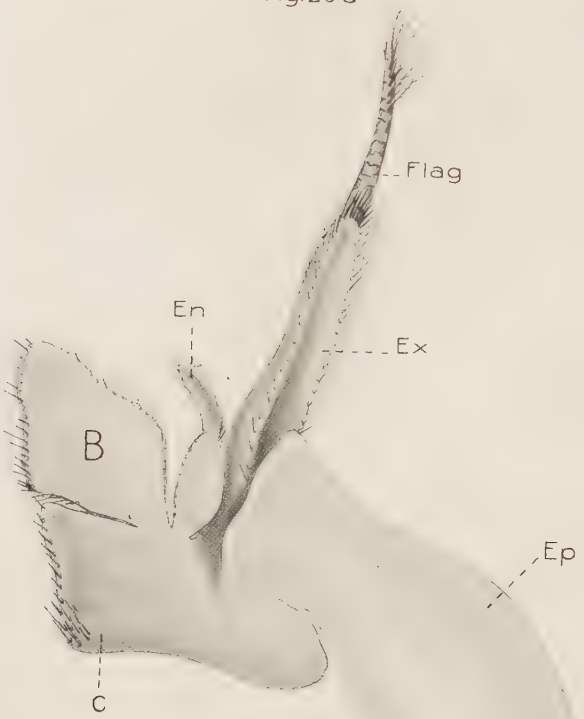


Fig. 20 b

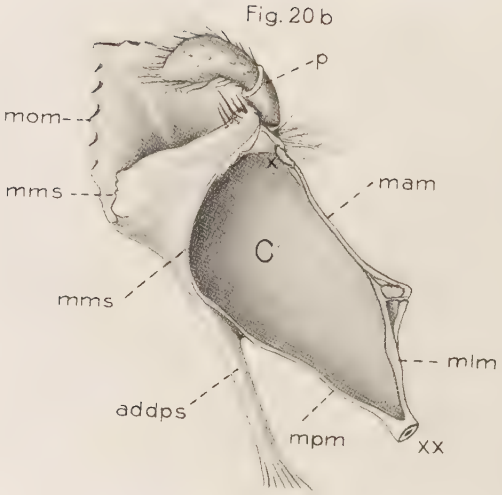


Fig.21a.

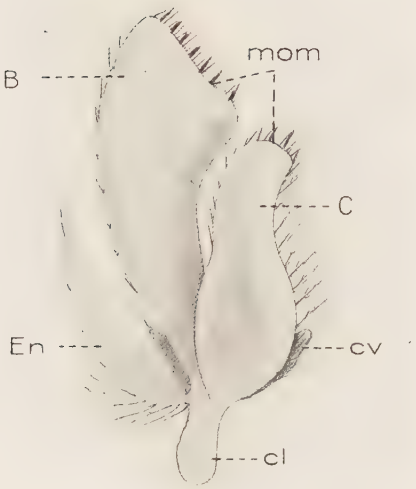


Fig.21b

Fig. 22

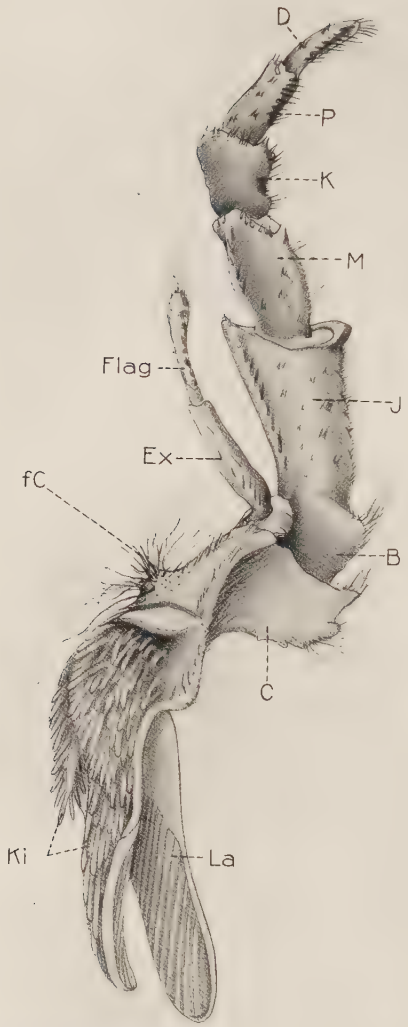


Fig.23a

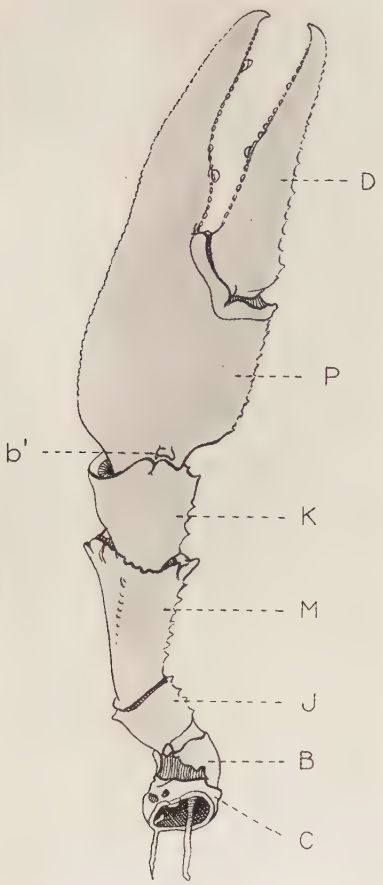


Fig.23b

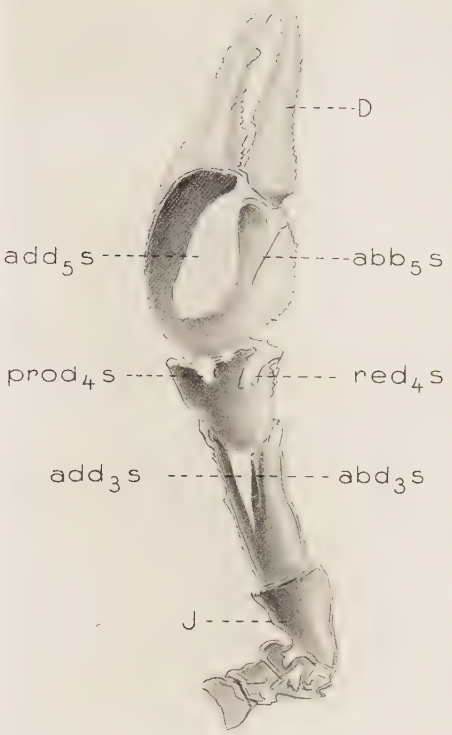


Fig.24a

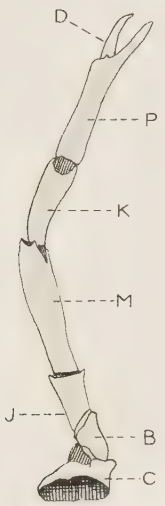


Fig.24b

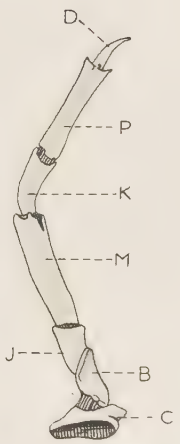


Fig.25a

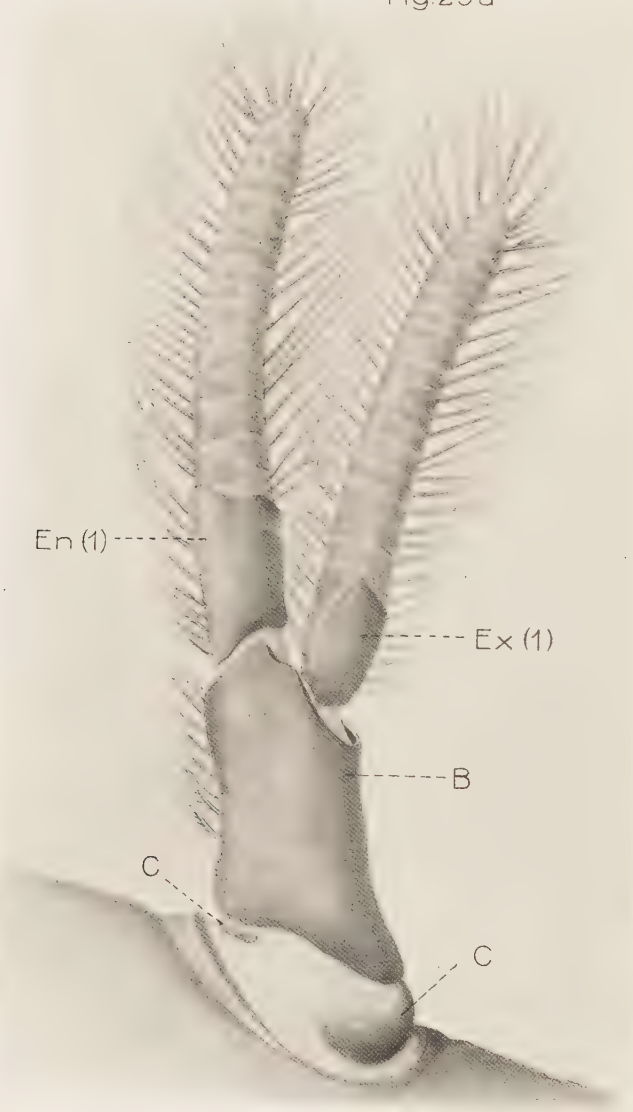


Fig.25b

Fig.26 a

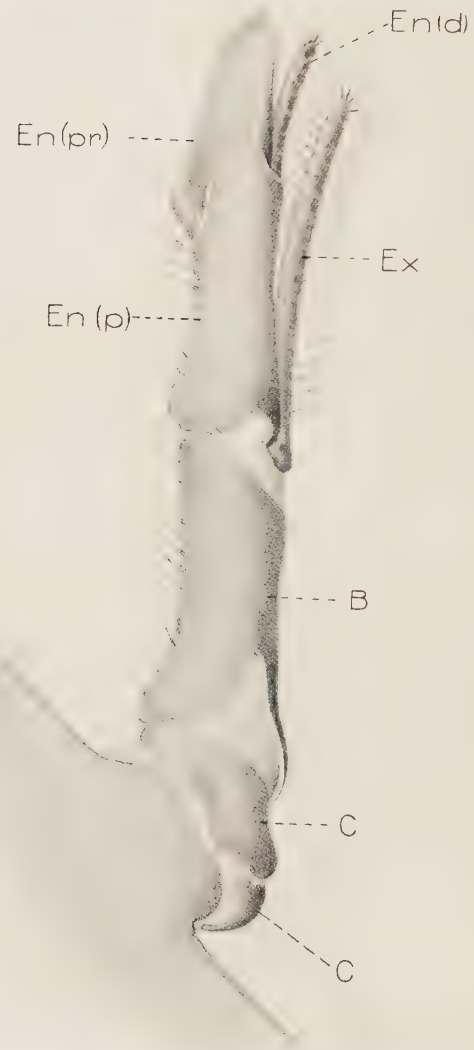


Fig.26b

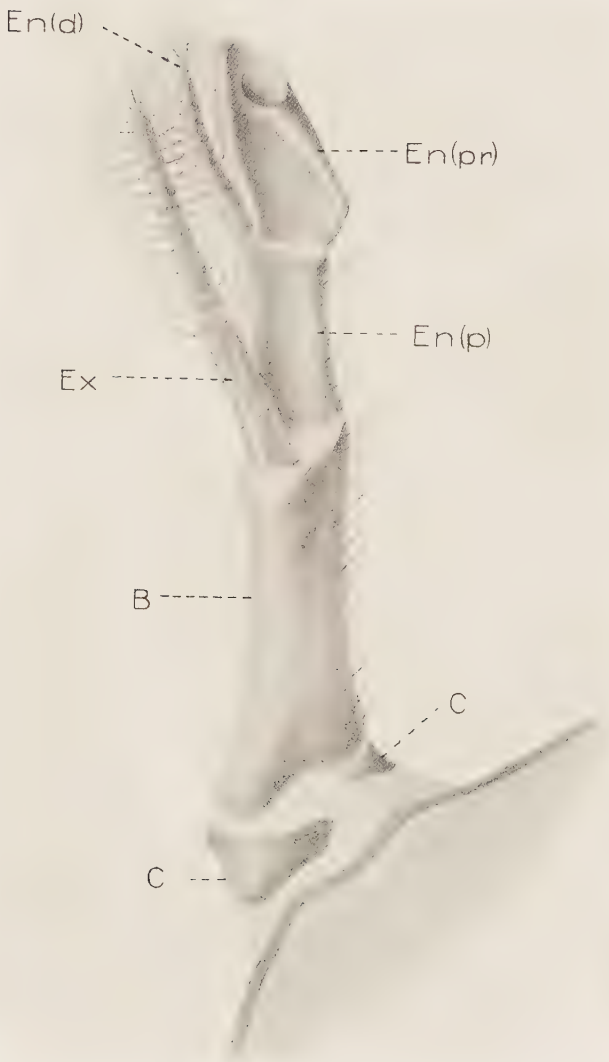


Fig.27

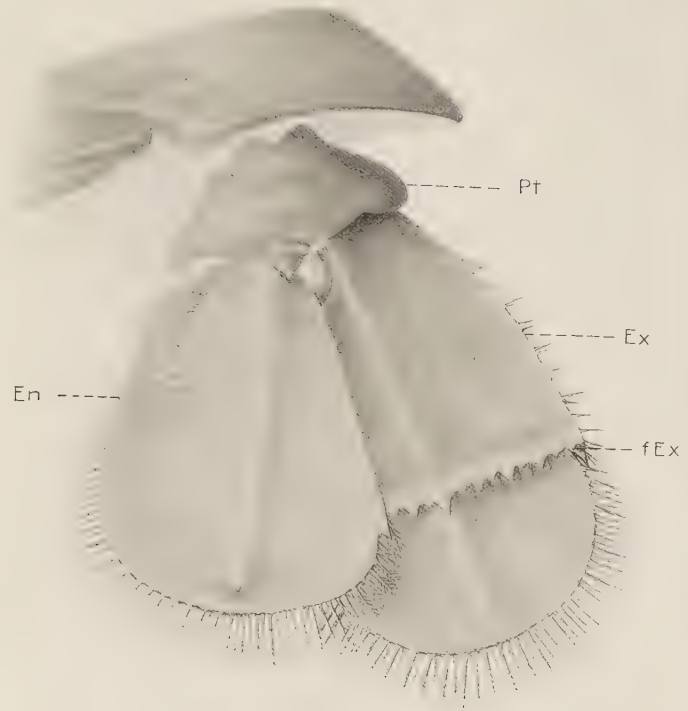


Fig.28.

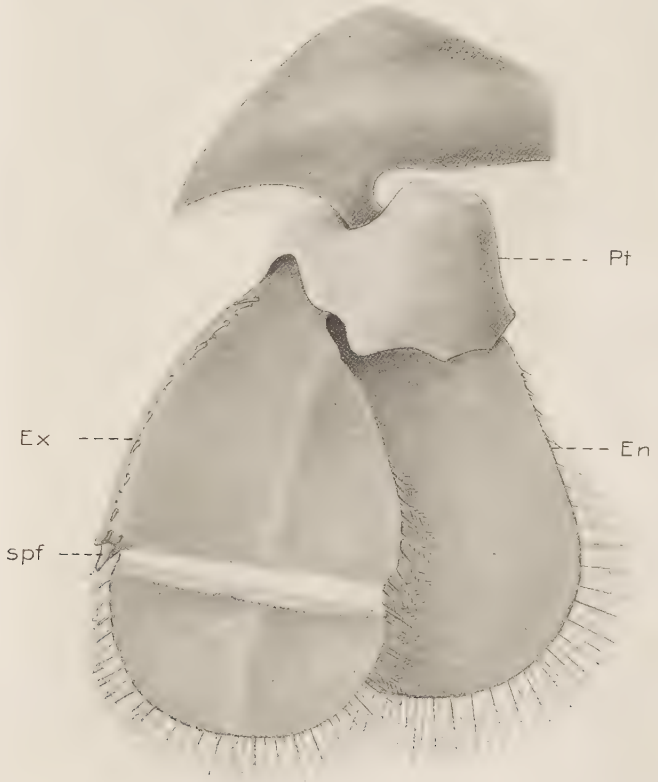


Fig. 29a

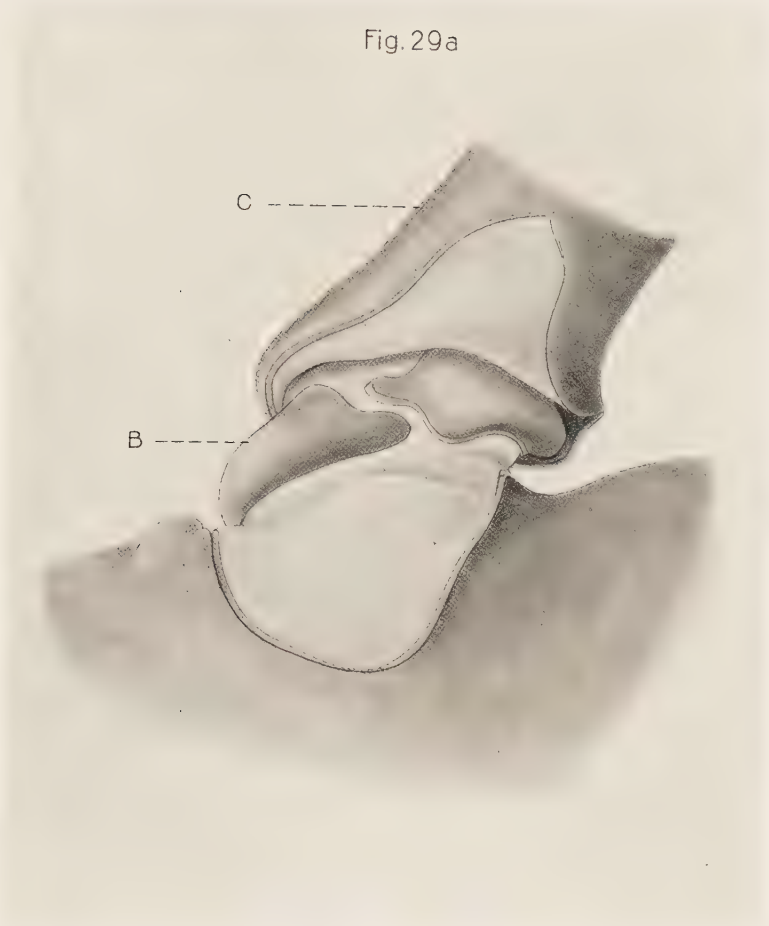


Fig. 29b

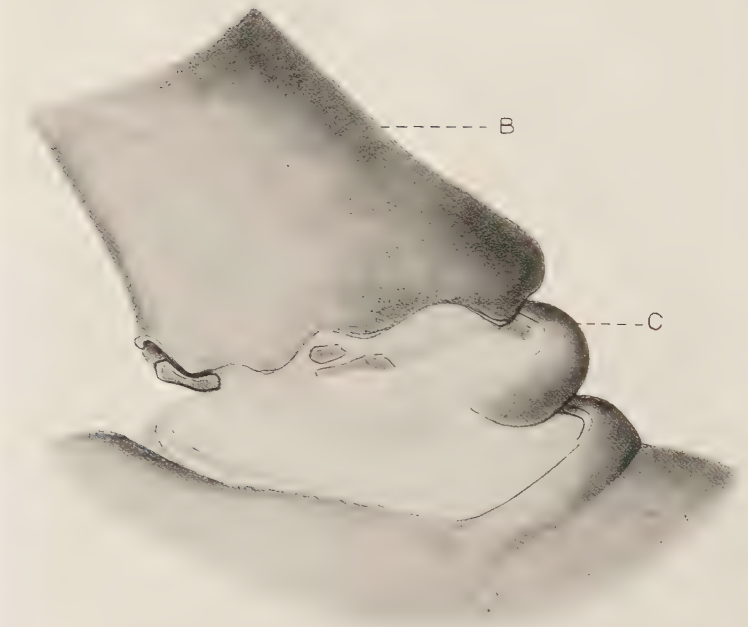
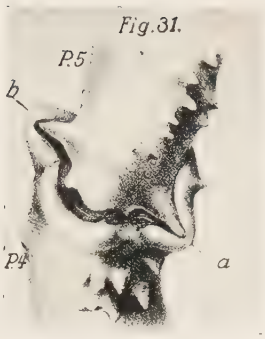


Fig.30.

Fig.31.



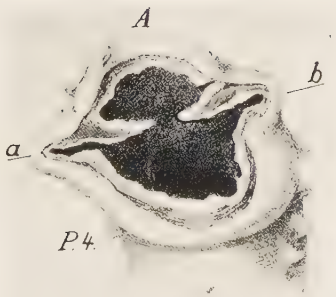


Fig. 32 a.

Fig. 32 b.

Fig.33 a.

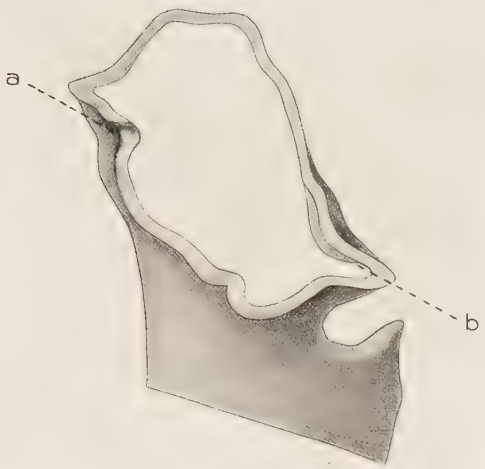


Fig.33 b.

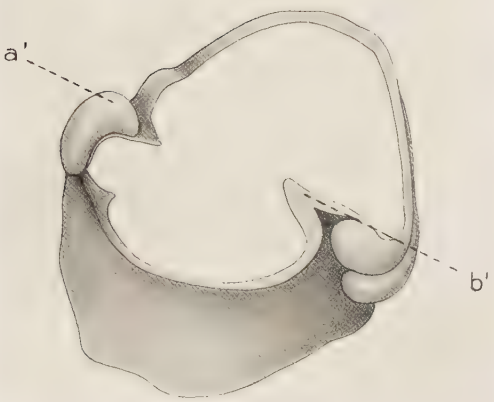


Fig. 34

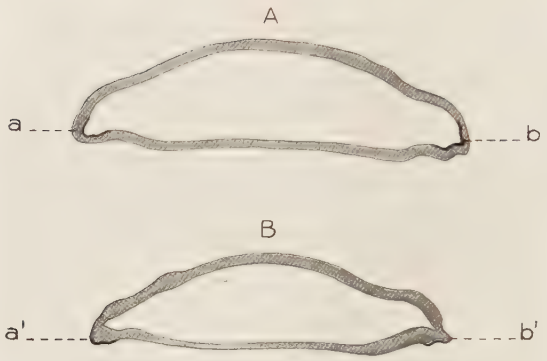


Fig. 35a.

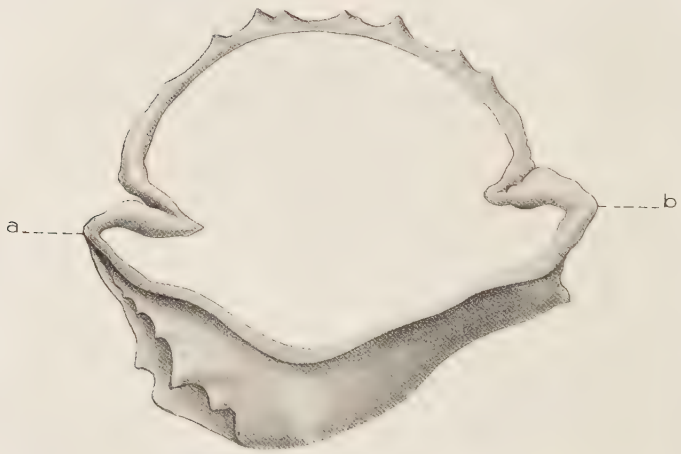


Fig. 35b.

Fig. 36 a

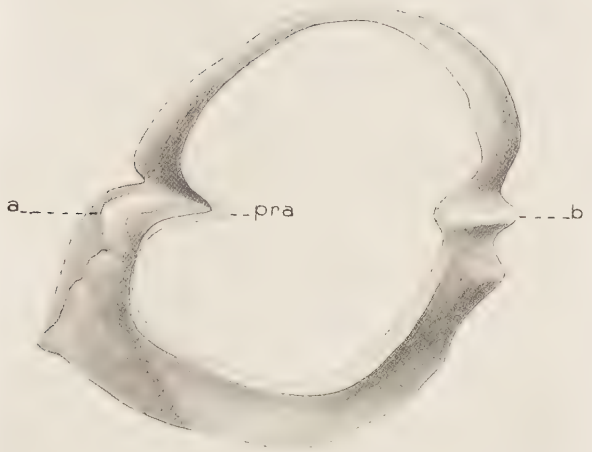


Fig. 36 b

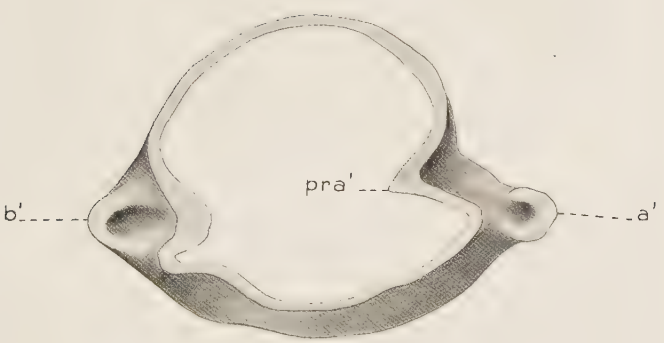


Fig. 37a.

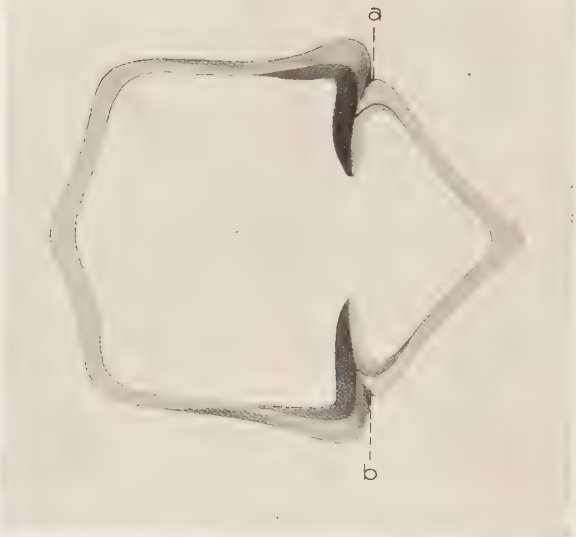


Fig. 37b.

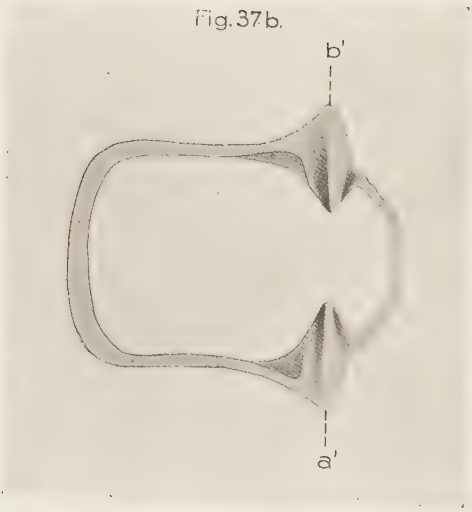


Fig. 38.

Druck der
Joh. Conr. Herbert'schen Hofbuchdruckerei Nachf. Dr. Adolf Koch, Darmstadt.

Die Klischees wurden von der Firma
Fritz Haußmann, Graphische Kunstanstalt in Darmstadt, hergestellt.

Erklärung der Abkürzungen.

Ar = Areola.
Ast = Augenstiel.
a = After.
aa' = Arthrophragma.
abb$_{5}$*s* = Sehne des Musc. abduct. des Dactylopoditen.
add$_{5}$*s* = Sehne des Musc. adduct. des Dactylopoditen.
addm = Musc. add. post. mandibulae.
addps = Sehne des Musc. adduct. poster. mandib.
ap = Apodem.
apl = Pleurenflügel.
arb = Arthrobranchie.
attr. ep. = Musc. attractor epimeralis.
B = Basipodit.
Bex = Borsten des Exopoditen.
C = Coxopodit.
Ca, *Cb* = Angelpunkte am Körpergelenk der Antenne.
Cio = Interocularhaut.
Co = Querzylinder zwischen den Augenstielen.
c = Cornea.
ca, *cb* = Artikulationspunkte.
cf = Nackenfalte.
cg = Nackenfurche.
cia = Gelenkhaut.
cis = Intersternalhaut.
cit = Intertergalhaut.
cl = Latero-dorsaler Vorsprung am Coxopodit der I. Maxille.
cpo = Postorbitalleiste.
cpx = Carapax = Rückenschild.
cra = Untere mediane Leiste des Rostrums = (Scheidewand zwischen den Augenstielen.)
crap = Ventrale Kante des Basalglieds der Antennula.
crb = Querwulst an der Basis des Rostrums.
crs = Obere mediane Leiste des Rostrums.
ctep = Querwulst am Hinterrand des Epistoms.

cv = Mediodorsaler Vorsprung am Coxopodit der I. Maxille.
D = Dactylopodit.
En (= en) = Endopodit.
En(Fl) = Flagellum des Endopoditen der Antenne.
En(d) = Distaler Teil des Endopoditen.
En(p) = Proximaler Teil des Endopoditen.
En(pr) = Processus des Endopoditen.
Ep = Epipodit.
Epl = Endopleurit.
Epla = Vorderer Ast des Endopleuriten.
Eple = Arthrodialer Ast des Endopleuriten.
Eplp = Hinterer Ast des Endopleuriten.
Epn (= epn) = Epimeralplatte.
Est = Endosternit.
Estm = Mesophragma.
Este = Arthrodialer Ast des Endosterniten.
Estp = Paraphragma.
Ex (= ex) = Exopodit.
Ex_3 = Exopoditschuppe der zweiten Antenne.
ea, *eb* = Bälkchen am Körpergelenk zwischen Cephalothorax und Abdomen.
epn = Epimeron.
eps = Epistom.
Fe = Ovale Öffnung in der vorderen Endopleuritenwand.
Fgo = Öffnung des Ausführungsganges der grünen Drüse.
Flag = Flagellum.
Flen = Flagellum am Endopoditen.
Flex = Flagellum am Exopoditen.
f C = Coxopoditborsten.
fEx = Quernaht des Exopoditen (Uropodenexopod.).
fvB = Rinne am Basipodit.
Gk = Gelenkkopf.
Gp = Gelenkpfanne.
Grl XI/XII = Grenzlinie zwischen XI. und XII. Segment.
ga = Ganglion abdominale.
glv = Grüne Drüse.
H = Herz.
Ha = Achselausschnitt.
Hth = Randsaum des Rückenschildes (Hinterrand des Thorax).
Hy = Hypodermis.
I = Ischiopodit.
iaa = Untere Abdominalarterie.
K = Karpopodit.
Ki = Kiemen.
La = Lamina der Podobranchie.

lb = Labrum.
M = Meropodit.
mam = Vordere Kante der Mandibel.
mlm = Äußere Kante der Mandibel.
mms = Mittlere obere Mandibelkante.
mom = Orale Kante der Mandibel.
mpC = Proximaler Rand des Coxopoditen.
mph = Mesophragma.
mpm = Hintere Kante der Mandibel.
mst = Leiste an der Öffnung der Statocyste.
mt = Metastom.
obla = Musculus obliquus anterior.
oblp = Musculus obliquus posterior.
od = Weibliche Geschlechtsöffnung.
opd = Augenstiel.
P = Propodit.
Paa, *Pab* = Gelenkpunkte am Basalgelenk der Extremitäten.
Pestp = Vordere Endosternitfortsätze.
Pgo = Processus am Coxopodit der Antenne.
Plio = Platten auf der Interocularhaut.
Pt = Protopodit.
p = Palpus.
pcia = Chitinverdickungen auf der Gelenkhaut.
pdb = Podobranchie.
plb = Pleurobranchie.
pln = Pleuron.
pph = Paraphragma.
prod$_4$*s* = Sehne des musc. product. Propod.
Q = Platte am Körpergelenk zwischen Cephalothorax und Abdomen.
R = Rinne.
Rbc = Branchiocardiacalrinne.
Rep = Rinne am unteren Abschnitt der Epimerenwand.
Rle = Querrinne auf den Terga.
Rpl = Pleurenrinne.
Rpo = Postorbitalfurche.
Rte = Tergarinne.
r = Rostrum.
red$_4$*s* = Sehne des musc. reduct. Prop.
s = Scheitelfortsatz.
sa$_1$ = Dorn am Basalglied der I. Antenne.
sc = Sternalkanal.
scg = Scaphognathit.
spap = Dorn an der Kante *crap* der I. Antenne.
spep = Epistomfortsatz.

spf = Dorn an dem lateralen Ende der Uropoden-Quernaht *fEx.*
spo = Höcker am Hinterende der Postorbitalleisten.
spr = Postorbitalhöcker.
ssp = Sternalspange.
st = Sternum.
t = Telson.
te = Tergum.
Up = Uropoden.
od = Männliche Geschlechtsöffnung.

Es gereicht mir zur größten Ehre, das Gefühl des herzlichsten Dankes für meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Rat Prof. Dr. E. Korschelt, hier besonders betonen zu dürfen. Ich fand bei Herrn Geh. Rat stets ein hochherziges Entgegenkommen und väterlichen Rat, welchen Umständen ich es zu verdanken habe, daß die vorliegende, bereits vor dem Kriege annähernd beendete Arbeit, während desselben noch ihren Abschluß finden konnte.

Auch möchte ich nicht versäumen, meinen hochverehrten Lehrern der Zoologie, den Herren Prof. Goette, List, Toenniges und Herrn Dr. Harms meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Willy Netz, wurde am 20. März 1892 zu Darmstadt (Hessen) als Sohn des Sparkassendirektors Willy Netz geboren, bin evangelischer Konfession und hessischer Staatsangehöriger.

Ich besuchte das Großherzogl. Realgymnasium zu Darmstadt von Oktober 1898 bis Ostern 1910. Nach bestandener Reifeprüfung (Ostern 1910) entschloß ich mich zum Studium der Naturwissenschaften und bezog im Sommer-Semester 1910 die Universität Gießen, welche ich im Herbst verließ, um im Winter-Semester (1910/11) und im folgenden Sommer-Semester (1911) in Darmstadt an der Technischen Hochschule meine Studien fortzusetzen. Das Winter-Semester (1911/12) führte mich nach Straßburg.

Vom Sommer-Semester 1912 bis zum Ende des Sommer-Semesters 1914 studierte ich in Marburg und widmete den größten Teil dieses Aufenthaltes, neben medizinischen Studien, den vorliegenden Untersuchungen.

Leider war es mir nicht mehr möglich, noch zu Kriegsbeginn die fast vollendete Arbeit abzuschließen, war es doch erste Pflicht, seine Kraft in den Dienst des Vaterlandes zu stellen.

Ich meldete mich als Kriegsfreiwilliger bei dem Großherzogl. Hess. Garde-Feld-Art.-Regt. No. 25 und so mußten meine Studien zunächst in den Hintergrund treten.

Im Winter-Semester 1915/16 versuchte ich durch Besuch der Universität Frankfurt a. M. in den dienstfreien Stunden mein Wissen zu fördern, was jedoch bald aus dienstlichen Gründen unterbleiben mußte. Erst als ich, von schwerer Krankheit und Operation genesen, einen längeren Urlaub erlangte, konnte ich hoffen, in Marburg, wo ich seit Winter-Semester 1916/17 wieder immatrikuliert und als Heeresangehöriger beurlaubt war, mein langerstrebtes Ziel zu erreichen.

Die Dissertation wurde am 1. Februar 1917 von der philos. Fakultät als solche angenommen. Am 23. Februar 1917 bestand ich das Rigorosum und kehrte alsdann wieder zur Truppe zurück.